NORMA TÉCNICA CELG D

Para-Raios a Óxido Metálico sem Centelhadores

Especificação

NTC-13
Revisão 5

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.

SETOR DE NORMATIZAÇÃO TÉCNICA

NTC-13

Para-Raios a Óxido Metálico sem Centelhadores

Especificação

Revisão 5

ELABORAÇÃO: Engº Gerson Tertuliano

SUPERVISÃO: Fabrício Luis Silva
Engº Fabrício Luis Silva
DT-SNT

APROV: _____
Engº Luiz Flávio N. Rodrigues
DT-DPTN

APROV: _____
Engº José Divino de Sousa Santos
DT-SPSE

APROV.: _____
Engº Humberto Eustáquio T. Correa
DT

DATA: JUL/2014

ÍNDICE

SEÇÃO	TÍTULO	PÁGINA
1.	OBJETIVO	1
2.	NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	2
3.	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	5
4.	REQUISITOS GERAIS	12
4.1	Condições Normais de Operação	12
4.2	Estanqueidade	12
4.3	Garantia	12
4.4	Embalagem	13
4.5	Extensão do Fornecimento	14
4.6	Identificação	14
4.7	Linguagens e Unidades de Medida	16
4.8	Documentos Técnicos a Serem Apresentados Juntamente com a Proposta	16
4.9	Aprovação de Protótipos	18
4.10	Desenhos e Manuais a Serem Submetidos Após a Adjudicação do Contrato	18
4.11	Manual de Instruções de Montagem, Operação e Manutenção	18
4.12	Classificação dos Para-Raios	19
4.13	Invólucro	21
4.14	Componentes Construtivos	21
5.	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	22
5.1	Tensões Nominais Normalizadas	22
5.2	Frequência Nominal	22
5.3	Correntes de Descarga Nominais	22
5.4	Níveis de Proteção dos Para-Raios	22
5.5	Suportabilidade do Para-Raios Frente a Correntes de Impulso	22
5.6	Capacidade de Descarga de Linhas de Transmissão	22
5.7	Suportabilidade a Correntes de Falta	22
5.8	Tensão de Radiointerferência e de Ionização Interna	22
5.9	Descargas Parciais	23
5.10	Zincagem e Estanhagem	23
5.11	Absorção de Energia	23
5.12	Momento Fletor	23
6.	INSPEÇÃO E ENSAIOS	24
6.1	Generalidades	24
6.2	Condições Gerais de Ensaios	26
6.3	Ensaios de Recebimento	26
6.4	Ensaios de Rotina	27
6.5	Ensaios de Tipo	27
6.6	Descrição dos Ensaios	27

SEÇÃO	TÍTULO	PÁGINA
6.7	Planos de Amostragem	38
6.8	Relatórios de Ensaios	39
6.9	Aceitação e Rejeição	39
ANEXO A	TABELAS	40
TABELA 1	TENSÕES RESIDUAIS MÁXIMAS	40
TABELA 2	CORRENTES DE CRISTA PARA O ENSAIO DE TENSÃO RESIDUAL A IMPULSO DE CORRENTE DE MANOBRA	40
TABELA 3	CORRENTE DE CRISTA PARA IMPULSOS DE CORRENTE ELEVADA COM FORMA DE ONDA 4/10 μs	40
TABELA 4	CLASSES DE DESCARGA DE LINHAS DE TRANSMISSÃO PARA PARA-RAIOS DE 10 E 20 kA	41
TABELA 5	CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO REQUERIDAS PARA O ENSAIO DE SUPORTABILIDADE A CORRENTES DE FALTA	41
TABELA 6	CAPACIDADE MÍNIMA DE ABSORÇÃO DE ENERGIA	42
TABELA 7	TENSÕES SUPORTÁVEIS NO INVÓLUCRO E SUPORTE DE FIXAÇÃO	42
TABELA 8	TORQUE EM CONECTORES	42
TABELA 9	AMOSTRAGEM PARA OS ENSAIOS DE CICLO DE OPERAÇÃO E CORRENTE SUPORTÁVEL DE LONGA DURAÇÃO	43
TABELA 10	PLANOS DE AMOSTRAGEM PARA OS ENSAIOS DE RECEBIMENTO	44
TABELA 11	AMOSTRAGEM PARA OS ENSAIOS DE TIPO	45
TABELA 12	RELAÇÃO DOS ENSAIOS DE TIPO, ROTINA E RECEBIMENTO	46
ANEXO B	DESENHOS	48
DESENHO 1	PARA-RAIOS DE DISTRIBUIÇÃO	48
DESENHO 2	PARA-RAIOS TIPO ESTAÇÃO	49
DESENHO 3	CONECTOR MÚLTIPLO TERMINAL RETO E 90º CABO-CHAPA 2 OU 4 FUROS	50
DESENHO 4	SUB-BASE PARA PARA-RAIOS	51
DESENHO 5	CICLO ELETROMECÂNICO PARA ENSAIO DE ESTANQUEIDADE	52
DESENHO 6	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DE CADASTRO DE EQUIPAMENTOS	53
ANEXO C	QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS	54
ANEXO D	COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO	56
ANEXO E	QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES	57

1. OBJETIVO

Esta norma fixa os requisitos técnicos exigíveis de para-raios de resistor não linear a óxido metálico, sem centelhadores, invólucro polimérico, para utilização em redes de distribuição, linhas de transmissão e subestações da CELG D, nas seguintes tensões nominais: 12; 30; 60; 120 e 198 kV.

2. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os para-raios devem satisfazer às exigências desta, bem como de todas as normas técnicas mencionadas abaixo.

ABNT NBR 5370	Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência.
ABNT NBR 5424	Guia de aplicação de para-raios de resistor não linear em sistemas de potência - Procedimento.
ABNT NBR 5425	Guia para inspeção por amostragem no controle e certificação da qualidade.
ABNT NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimento.
ABNT NBR 5456	Eletricidade geral - Terminologia.
ABNT NBR 5460	Sistemas elétricos de potência - Terminologia.
ABNT NBR 6323	Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação.
ABNT NBR 6937	Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Dispositivos de medição.
ABNT NBR 6938	Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Guia de aplicação para dispositivos de medição - Procedimento.
ABNT NBR 6939	Coordenação de isolamento - Procedimento.
ABNT NBR 6940	Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Medição de descargas parciais - Procedimento.
ABNT NBR 7397	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio.
ABNT NBR 7398	Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio.
ABNT NBR 7399	Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio.
ABNT NBR 7400	Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio.
ABNT NBR 8158	Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas urbanas e rurais de distribuição de energia elétrica - Especificação.
ABNT NBR 8186	Guia de aplicação de coordenação de isolamento.
ABNT NBR 10296	Material isolante elétrico - Avaliação de sua resistência ao trilhamento elétrico e erosão sob severas condições ambientais.
ABNT NBR 10621	Isoladores utilizados em sistemas de alta tensão em corrente alternada - Ensaios de poluição artificial.
ABNT NBR 15122	Isoladores-bastão compostos poliméricos para tensões acima de 1000 V: definição, método de ensaio e critério de aceitação.
ABNT NBR 15232	Isolador pilar composto para linhas aéreas de corrente alternada, com tensões acima de 1000 V.
ABNT NBR 16050	Para-raios de resistor não linear de óxido metálico sem centelhadores, para circuitos de potência de corrente alternada.

ABNT NBR IEC 60060-1	Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio.
ABNT IEC/TR 60815	Guia para seleção de isoladores sob condições de poluição.
ABNT NBR NM-IEC60811-1-1	Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolação e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas.
ABNT NBR ISO 68-1	Rosca métrica ISO de uso geral – Perfil básico. Parte 1: Rosca métrica para parafusos.
ABNT NBR ISO 261	Rosca métrica ISO de uso geral – Plano geral.
ABNT NBR ISO 262	Rosca métrica ISO de uso geral - Seleção de diâmetros para parafusos e porcas.
ASTM B545	Standard Specification for Electrodeposited Coatings of Tin.
ASTM D256-05a	Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics.
ASTM D2240-05	Standard Test Method for Rubber Property - Durometer Hardness.
ASTM D2565-99	Standard Practice for Xenon Arc Exposure of Plastics Intended for Outdoor Applications.
ASTM G154-04	Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials.
ASTM G155-05a	Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials.
IEC 60060-2	High Voltage Test Techniques. Part 2: Measuring Systems.
IEC 60068-2-11	Environmental Testing - part 2: Tests - Test ka: Salt Mist.
IEC 60068-2-14	Environmental Testing - Part 2-14: Tests - Test N: Change of Temperature.
IEC 60068-2-17	Basic Environmental Testing Procedures - Part 2: Tests - Test Q: Sealing.
IEC-60068-2-42	Environmental Testing - Part 2-42: Tests - Test kc: Sulphur Dioxide Test for Contacts.
IEC 60099-4	Surge Arresters Part 4 - Metal-Oxide Surge Arresters Without Gaps for A.C. Systems.
IEC 60270	High Voltage Test Techniques - Partial Discharge Measurements.
IEC 60437	Radio Interference Test on High-Voltage Insulators.
IEC/TS 60815-1	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
IEC 61109	Composite Insulators for A.C. Overhead Lines With a Nominal Voltage Greater than 1 kV - Definitions, Test Methods and Acceptance Criteria.
IEC 61166	High-Voltage Alternating Current Circuit-Breakers – Guide for Seismic Qualification of High-Voltage Alternating Circuit-Breakers.

IEC 61302	Electrical Insulating Materials - Method to Evaluate the Resistance to Tracking and Erosion - Rotating Wheel Dip Test.
IEC CISPR 16-2-1	Specification for Radio Disturbance and Immunity Measuring Apparatus and Methods - Part 2-1: Methods of Measurement of Disturbance and Immunity – Conducted Disturbance Measurements.
IEC CISPR 18-2	Radio Interference Characteristics of Overhead Power Lines and High-Voltage Equipment – Part 2: Methods of Measurement and Procedure for Determining Limits.

Notas:

1) *Nos pontos não cobertos por esta norma, devem ser atendidas as exigências da ABNT, aplicáveis ao conjunto e a cada parte. Nos pontos em que a ABNT for omissa, prevalecem as exigências da IEC.*
2) *Poderão ser utilizadas normas de outras organizações normatizadoras, desde que sejam oficialmente reconhecidas pelos governos dos países de origem, assegurem qualidade igual ou superior às mencionadas neste item, não contrariem esta norma e sejam submetidas a uma avaliação prévia por parte da CELG D.*
3) *Caso haja opção por outras normas, que não as anteriormente mencionadas, essas devem figurar, obrigatoriamente, na documentação de licitação. Neste caso, o proponente deverá citar em sua proposta a norma aplicada, e submeter à CELG D cópias da alternativa proposta, indicando claramente os pontos onde as normas propostas desviam das normas ABNT correspondentes.*
4) *O fornecedor deve disponibilizar, para o inspetor da CELG D, no local da inspeção, todas as normas acima mencionadas, em suas últimas revisões.*
5) *Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta norma, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional.*
6) *Esta norma foi baseada no seguinte documento:*

   ABNT NBR 16050 - Para-raios de resistor não linear de óxido metálico sem centelhadores, para circuitos de potência de corrente alternada.

3. TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

Anel Equalizador do Para-raios

Corpo condutor, geralmente de forma circular, cuja finalidade é modificar a distribuição do campo elétrico ao longo do para-raios tornando-a a mais uniforme possível.

Avalanche Térmica do Para-raios

Termo utilizado para caracterizar a situação na qual as perdas por efeito joule do para-raios excedem sua capacidade de dissipação, provocando um aumento cumulativo da temperatura dos resistores não lineares, culminando em sua falha.

Capacidade Máxima de Absorção de Energia do Para-raios

Valor em kJ (kWs) da maior quantidade de energia, em condições preestabelecidas, a que pode ser submetido o para-raios, sem que as suas características sofram alterações significativas, após o retorno às condições normais de operação.

Característica Tensão Suportável de Frequência Industrial x Tempo

Indica os máximos intervalos de tempo, sob condições especificadas, para os quais as tensões à frequência industrial correspondentes podem ser aplicadas aos para-raios sem causar danos ou instabilidade térmica.

Características de Proteção do Para-raios

Conjunto das seguintes características:

a) tensão residual para impulso de corrente íngreme;
b) característica tensão residual para impulso de corrente de descarga atmosférica;
c) tensão residual para impulso de corrente de manobra.

Cauda de um Impulso

Parte de uma onda de impulso que ocorre após o valor de crista.

Corrente de Alívio de Sobrepressão (Is)

Máxima corrente de falta que circula no interior de um para-raios e que provoca a atuação de seus dispositivos de alívio de sobrepressão.

Corrente de Descarga Nominal do Para-raios (In)

Valor de crista do impulso de corrente, com forma 8/20 μs, que é usado para classificar o para-raios.

Corrente de Ionização

Movimento de cargas elétricas em um meio ionizado, sob a influência de um campo elétrico.

Corrente de Operação Contínua do Para-raios (Ic)

Corrente interna total que flui através do para-raios quando este é energizado com a tensão de operação contínua.

Notas:

1) *A corrente de operação contínua é expressa, para fins de comparação, por seu valor eficaz ou de crista.*
2) *A corrente de operação contínua, composta por uma corrente resistiva e uma componente capacitiva, pode variar com a temperatura e com os efeitos de capacitâncias parasitas. A corrente de operação contínua do corpo de prova pode, portanto, não ser idêntica àquela do para-raios completo.*

Corrente de Referência do Para-raios (Iref)

Maior valor de crista, independentemente da polaridade, da componente resistiva da corrente à frequência industrial, usado para determinar a tensão de referência do para-raios.

Notas:

1) *A corrente de referência deve ser suficientemente alta para tornar desprezíveis os efeitos das capacitâncias na tensão de referência medida nas unidades do para-raios (com sistema de equalização previsto).*
2) *Dependendo da corrente nominal e/ou da classe de descarga de linha do para-raios, a corrente de referência deve estar tipicamente na faixa de 1 a 20 mA para para-raios de coluna única.*

Corrente Suportável de Curto-Circuito (Isc)

Máxima corrente de falta que circula no interior de um para-raios e que não provoca sua fragmentação violenta. Esta característica é específica de um para-raios polimérico que não possui dispositivo de alívio de sobrepressão.

Descarga Disruptiva

Fenômeno associado à falha da isolação sob condições de solicitação elétrica, o qual inclui um colapso de tensão e a passagem de corrente.

Designação de uma Forma de Impulso

Combinação de dois números, o primeiro representando o tempo virtual de frente (T_1) e o segundo o tempo virtual (T_2) para que se atinja metade do valor da crista da onda.

Desligador Automático

Dispositivo para desligar, de modo visível, um para-raios defeituoso do sistema no qual está ligado, para evitar falta permanente no próprio sistema e sinalizar a unidade defeituosa.

Nota:

Este dispositivo não é geralmente previsto para interromper a corrente de falta através do para-raios durante a desconexão, e também pode não evitar a

explosão violenta do invólucro durante a descarga de correntes de falta através para-raios. No entanto, é recomendável que os desligadores automáticos atuem de modo no mínimo simultâneo com os dispositivos de proteção de retaguarda.

Duração Virtual da Crista de um Impulso Retangular

Tempo durante o qual a amplitude do impulso é maior que 90% do seu valor de crista.

Duração Virtual Total de um Impulso Retangular

Tempo durante o qual a amplitude do impulso é maior que 10% do seu valor de crista.

Nota:

Se pequenas oscilações estiverem presentes na frente de onda, uma curva média deve ser feita para determinar o tempo em que o valor de 10% é alcançado.

Estabilidade Térmica do Para-raios

Um para-raios é termicamente estável se, após sua atuação, a temperatura resultante e a componente resistiva da corrente nos resistores não lineares decrescerem com o tempo, quando o para-raios é energizado na tensão de operação contínua e em condições normais de operação.

Frente de um Impulso

Parte de uma onda de impulso que ocorre anteriormente ao valor de crista.

Frequência Nominal de um Para-raios

Frequência do sistema de potência para a qual o para-raios é projetado para ser utilizado.

Impulso de Corrente de Descarga Atmosférica

Impulso de corrente, com forma 8/20 μs, com limites no ajuste do equipamento tais que os valores de tempo, medidos a partir da origem virtual, estejam entre 7 e 9 μs para o tempo de frente e entre 18 e 22 μs para o tempo até o meio valor.

Nota:

Nos ensaios de tensão residual, o tempo de cauda, por não ser crítico, pode assumir qualquer valor, porém, para evitar a aplicação excessiva de energia ao para-raios, é aconselhável que o tempo de cauda não seja superior a 25 μs.

Impulso de Corrente de Longa Duração

Impulso de corrente retangular que cresce rapidamente até um valor máximo, permanece substancialmente constante por um período especificado e decresce rapidamente a zero. Os parâmetros que definem um impulso de corrente retangular

são: polaridade, valor de crista, duração virtual de crista e duração virtual total conforme definido na ABNT NBR 6939.

Impulso de Corrente de Manobra

Impulso de corrente com um tempo de frente compreendido entre 30 e 100 μs e um tempo até o meio valor de aproximadamente duas vezes o tempo de frente.

Impulso de Corrente Elevada

Impulso de corrente com forma 4/10 μs com limites no ajuste do equipamento tais que os valores medidos, a partir da origem virtual, estejam entre 3 e 5 μs para o tempo de frente e entre 9 e 11 μs para o tempo até o meio valor na cauda.

Impulso de Corrente Íngreme

Impulso de corrente com tempo de frente de 1 μs, medido a partir da origem virtual, conforme definido na norma ABNT NBR IEC 60060-1, com limites no ajuste do equipamento tais que os valores medidos situem-se entre 0,9 a 1,1 μs. O tempo até o meio valor, medido a partir da origem virtual, não deve ser maior que 20 μs.

Inclinação Virtual de uma Frente de Impulso

Relação entre o valor de crista e o tempo virtual de frente de um impulso.

Níveis de Proteção do Para-raios

Conjunto dos seguintes níveis:

a) tensão residual para impulso de corrente íngreme;
b) tensão residual para corrente de descarga nominal;
c) tensão residual para a corrente de impulso de manobra.

Notas:

1) *O nível de proteção a impulsos atmosféricos do para-raios é a máxima tensão residual para a corrente de descarga nominal.*
2) *O nível de proteção a impulsos de manobra do para-raios é a máxima tensão residual nas correntes de impulso de manobra especificadas.*

Origem Virtual de um Impulso

Ponto sobre um gráfico de tensão versus tempo ou de corrente versus tempo determinado por uma interseção entre o eixo do tempo e o da tensão ou corrente passando pelo zero e uma linha reta entre dois pontos de referência sobre a frente de impulso.

Notas:

1) *Para os impulsos de corrente os pontos de referência devem ser os valores correspondentes a 10 e 90% do valor de crista.*
2) *Esta definição se aplica somente quando as escalas, da ordenada e da abscissa, são lineares.*

3) *Se oscilações estiverem presentes sobre a frente, recomenda-se que os pontos de referência a 10 e 90% sejam tomados sobre uma curva média traçada através das oscilações.*

Invólucro

Parte isolante externa do para-raios que proporciona a distância de escoamento necessária e abriga os componentes internos. Um invólucro pode consistir em várias partes que propiciem resistência mecânica e proteção contra intempéries.

Para-raios

Dispositivo destinado a proteger o sistema elétrico contra sobretensões transitórias elevadas e a limitar a duração e a intensidade da corrente subsequente.

Para-raios a Óxido Metálico sem Centelhadores

Para-raios composto de resistores não lineares a óxido metálico em série e/ou em paralelo, sem quaisquer centelhadores.

Resistor não Linear a Óxido Metálico

Componente principal do para-raios, formado basicamente pela sinterização de óxidos metálicos, o qual, por sua característica não linear de tensão-corrente, apresenta uma baixa resistência frente a sobretensões, limitando desta forma a tensão entre os terminais do para-raios e uma alta resistência na sua condição normal de operação sob tensão em frequência industrial.

Seção Representativa do Para-raios

Parte do para-raios, utilizada em um determinado ensaio, por meio da qual é possível representar térmica e eletricamente o comportamento do para-raios completo.

Sistema de Equalização Interna do Para-raios

Sistemas constituídos em geral de capacitores, ligados em paralelo a um único resistor ou a um grupo de resistores não lineares de óxido metálico, cuja finalidade é distribuir a tensão ao longo destes resistores, tornando-a a mais uniforme possível.

Tempo Virtual de Frente de um Impulso de Corrente T_1

Tempo em microssegundos correspondente ao fator 1,25 multiplicado pelo tempo em microssegundos para a corrente se elevar de 10 a 90% do seu valor de crista.

Tempo Virtual de Meio-Valor de um Impulso T_2

Intervalo de tempo entre a origem virtual e o instante quando a tensão ou a corrente decresce até a metade do seu valor de crista, expresso em microssegundos (μs).

Tensão de Ionização

Tensão de alta frequência que aparece nos terminais do para-raios, gerada por todas as fontes, particularmente pela corrente de ionização interna, quando uma tensão de frequência industrial é aplicada entre seus terminais.

Tensão de Operação Contínua (Uc)

Máxima tensão eficaz permissível à frequência industrial, que pode ser aplicada continuamente aos terminais do para-raios.

Tensão de Radiointerferência

Tensão em alta frequência, gerada por todas as fontes de corrente de ionização, que aparece nos terminais dos equipamentos ou nos sistemas de potência.

Tensão de Referência do Para-raios (Uref)

Valor de crista dividido por 1,414. Esta tensão à frequência industrial é aquela medida entre os terminais de um para-raios, quando através deles flui a corrente de referência.

Notas:

1) A tensão de referência de um para-raios composto de várias unidades é a soma das tensões de referência das unidades individuais.

2) A medição da tensão de referência é necessária para a escolha correta das amostras para os ensaios de ciclo de operação e descargas de linha de transmissão.

Tensão Nominal do Para-raios (Un)

Máxima tensão eficaz, de frequência industrial, aplicável entre os terminais do para-raios para a qual ele é projetado para operar corretamente, sob as condições de sobretensões temporárias estabelecidas nos ensaios de ciclo de operação.

Nota:

A tensão nominal é utilizada como um parâmetro de referência para a especificação das características de operação.

Tensão Residual do Para-raios (Ures)

Valor de crista da tensão que surge entre os terminais do para-raios durante a passagem da corrente de descarga.

Unidade do Para-raios

Parte do para-raios, completamente montada em seu invólucro, que pode ser ligada em série e/ou em paralelo com outras unidades para construção de um para-raios de maior tensão nominal e/ou corrente de descarga nominal.

Nota:

Uma unidade de um para-raios não constitui uma seção e vice-versa.

Valor de Crista (pico) de um Impulso

Máxima amplitude de um impulso de tensão ou de corrente.

Valor de Crista de Polaridade Oposta de um Impulso

Máxima amplitude de polaridade oposta alcançada por um impulso de tensão ou de corrente a partir do zero, antes de atingir o valor zero permanentemente**.**

4. REQUISITOS GERAIS

4.1 Condições Normais de Operação

Os para-raios devem ser adequados para as seguintes condições normais de serviço:

- altitude limitada a 1000 m;
- temperatura: máxima do ar ambiente 40°C e média, em um período de 24 horas, 35°C;
- temperatura mínima do ar ambiente: 0°C;
- pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m^2);
- umidade relativa do ar até 100%;
- exposição direta ao sol, à chuva e à poeira;
- frequência entre 48 Hz e 62 Hz;
- nível de radiação solar: 1,1 kW/m^2, com alta incidência de raios ultravioleta.

4.2 Estanqueidade

Todos os para-raios devem ser projetados de forma a garantir total resistência à penetração em seu interior, de substâncias que afetam seu comportamento elétrico e/ou mecânico.

Não será permitida a utilização de dispositivos adicionais, aplicados sobre os para-raios, com a função exclusiva de garantir a estanqueidade.

Nota:

O proponente deverá fornecer à CELG D informações suficientes para avaliar a qualidade da vedação, informar os ensaios realizados e a justificativa da metodologia aplicada no ensaio.

4.3 Garantia

O período de garantia dos equipamentos, obedecido ainda o disposto no CFM, será de dezoito meses a partir da data de entrada em operação ou vinte e quatro, a partir da entrega, prevalecendo o prazo referente ao que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Caso os equipamentos apresentem qualquer tipo de defeito ou deixem de atender aos requisitos exigidos pelas normas da CELG D, um novo período de garantia de doze meses de operação satisfatória, a partir da solução do defeito, deve entrar em vigor para o lote em questão. Dentro do referido período as despesas com mão-de-obra e demais encargos decorrentes da retirada de equipamentos comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destes entre o almoxarifado da CELG D e o local indicado pelo fornecedor, serão debitadas ao fornecedor.

O período de garantia deverá ser prorrogado por mais doze meses em quaisquer das seguintes hipóteses:

- em caso de defeito em equipamento e/ou componente que comprometa o funcionamento de outras partes ou do conjunto, sendo a prorrogação válida para todo equipamento, a partir da nova data de entrada em operação;

- se o defeito for restrito a algum componente ou acessório o(s) qual(is) não comprometa(m) substancialmente o funcionamento das outras partes ou do conjunto, deverá ser estendido somente o período de garantia da(s) peça(s) afetada(s), a partir da solução do problema, prosseguindo normalmente a garantia para o restante do equipamento.

4.4 Embalagem

4.4.1 Para-Raios de Distribuição

Os para-raios devem ser embalados individualmente, em caixas de papelão, juntamente com o suporte polimérico, parte integrante do para-raios, e o desligador automático, de maneira que possa ser manuseado, transportado e armazenado, sem danos.

A embalagem deve ser identificada externamente, no mínimo, com as seguintes informações:

- o nome da CELG D;
- nome ou marca do fabricante;
- mês e ano de fabricação;
- tipo ou modelo do para-raios;
- número de série;
- tensão nominal;
- corrente nominal de descarga;
- número da nota fiscal;
- número do Contrato de Fornecimento de Material (CFM);
- massa bruta do volume, em kg;
- quaisquer outras informações especificadas no CFM.

4.4.2 Para-Raios Tipo Estação

Os para-raios tipo estação devem ser providos de embalagens apropriadas para protegê-los contra danos durante o transporte, desde a fábrica até o local de montagem, sob condições que envolvam embarques, desembarques e transportes por rodovias não pavimentadas e/ou vias marítima/fluvial.

As embalagens devem ser adequadas para armazenagem ao tempo, por período de no mínimo um ano e, dentro deste período, manter-se em condições de um novo transporte nas mesmas condições citadas anteriormente.

O fornecedor deve julgar a adequação dos seus métodos de embalagem para atender às condições mínimas estabelecidas acima, independentemente da aprovação dos desenhos e inspeção pela CELG D e será o único responsável pela integridade dos equipamentos e acessórios.

Os materiais de acondicionamento não devem ser retornáveis.

Os métodos empregados pelo fornecedor para embalar, transportar e armazenar os equipamentos e acessórios devem ser informados na proposta, sobretudo quando for previsto o transporte dos equipamentos montados.

Peças sobressalentes e ferramentas especiais deverão ser devidamente identificadas e embaladas separadamente, de modo a facilitar a retirada e armazenagem em local abrigado.

O fabricante deverá considerar ao embalar o equipamento, condições adequadas para visualização das características constantes da placa de identificação do mesmo sem necessidade de danificar a embalagem.

Cada embalagem deverá ser identificada, no mínimo, com os seguintes dados:

- nome e/ou marca comercial do fabricante;
- a sigla da CELG D;
- número do Contrato de Fornecimento de Material (CFM);
- mês e ano de fabricação;
- número de série;
- número do cadastro CELG D constante da placa de identificação de cadastro de equipamento;
- nome do equipamento;
- tipo e/ou modelo;
- classe de tensão;
- massa bruta e líquida do volume em kg;
- número da nota fiscal;
- outras informações exigidas no Contrato de Fornecimento de Material (CFM).

4.5 Extensão do Fornecimento

Os itens listados a seguir deverão estar incluídos no fornecimento:

a) equipamento completo com todos os componentes e acessórios necessários a sua perfeita instalação e operação;
b) ensaios de rotina e recebimento;
c) embalagem para transporte;
d) ferramentas e/ou dispositivos especiais para instalação, ensaios e manutenção, a serem recomendados pelo fornecedor;
e) comprovante da realização de ensaios de tipo e/ou especiais, com validade retroativa de no máximo 5 anos, devendo ainda ser cotados os custos unitários dos mesmos, caso a CELG D solicite sua realização;
f) conectores de AT e sub-base.

4.6 Identificação

4.6.1 Para-Raios Tipo Distribuição

Os para-raios devem ser identificados por intermédio de placa de alumínio anodizado ou aço inox ou ainda por gravação feita diretamente no corpo do mesmo, com os dizeres em português com, no mínimo, as seguintes informações:

a) a palavra Para-raios;
b) nome ou marca de fabricante;
c) tipo ou modelo do para-raios;
d) tipo de resistor não linear (ZnO) e sem centelhador;
e) tensão nominal (Un), em kV;

f) tensão de operação contínua (Uc), em kV;
g) corrente de descarga nominal (In), em kA;
h) classe de descarga de linha de transmissão (DLT), quando aplicável;
i) corrente suportável de curto-circuito (Isc);
j) mês/ano de fabricação.

Os desligadores automáticos, o corpo isolante e a braçadeira de fixação devem ser identificados com, no mínimo, o nome ou marca de seus fabricantes.

4.6.2 Para-Raios Tipo Estação

4.6.2.1 Placa de Identificação

A identificação deverá ser por meio de placa de aço inox, instalada na parte inferior do para-raios, com os dizeres em português, gravados em baixo relevo, com no mínimo, as seguintes informações:

a) a palavra "Para-raios";
b) nome ou marca de fabricante;
c) tipo ou modelo do para-raios e número de catálogo;
d) tipo de resistor não linear (ZnO) e sem centelhador;
e) tensão nominal (Un), em kV;
f) frequência nominal;
g) tensão de operação contínua (Uc), em kV;
h) corrente de descarga nominal (In), em kA;
i) tensão residual máxima para corrente de descarga com onda 8/20 μs;
j) tensão residual máxima para corrente de impulso de manobra;
k) capacidade de absorção de energia, kJ/kV de Uc;
l) classe de descarga de linha de transmissão (DLT);
m) componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua;
n) corrente de alívio de sobrepressão (Is), quando aplicável;
o) número de série;
p) norma técnica aplicável;
q) massa, em kg;
r) número do manual de instruções;
s) mês/ano de fabricação.

Nota:

Os para-raios constituídos por múltiplas unidades deverão ter as seguintes informações em cada unidade:

- *número de série;*
- *nome do fabricante;*
- *tipo e número de catálogo;*
- *sequência de montagem, se as unidades não forem eletricamente intercambiáveis na constituição do para-raios.*

4.6.2.2 Placa de Identificação de Cadastro do Equipamento

a) O fabricante será responsável pela confecção e fixação da placa de identificação de cadastro, conforme Desenho 6.

b) O desenho da placa deverá ser apresentado para aprovação, juntamente com os demais desenhos do equipamento.
c) Por ocasião da aprovação dos desenhos será fornecido ao fabricante o número do cadastro CELG D, o qual deverá constar na placa de identificação de cadastro do equipamento.
d) O fabricante deverá enviar documento à CELG D confirmando e associando o número de série de fabricação ao de cadastro do equipamento.
e) Deverá ser fixada em local visível e de fácil acesso, no perfil U da sub-base.
f) Deverá estar fixada a sub-base do equipamento, quando este for apresentado para realização dos ensaios de recebimento.

4.7 Linguagens e Unidades de Medida

O sistema métrico de unidades deve ser usado como referência nos documentos de licitação, nas descrições técnicas, especificações, desenhos e quaisquer outros documentos. Qualquer valor que por conveniência for mostrado em outras unidades de medida também deve ser expresso no sistema métrico.

Todas as instruções, desenhos, legendas, manuais técnicos, relatórios de ensaios, etc., a serem enviados pelo fabricante, bem como as placas de identificação, devem ser escritos em português.

4.8 Documentos Técnicos a Serem Apresentados Juntamente com a Proposta

4.8.1 Geral

A proposta só será considerada quando o fabricante atender, obrigatoriamente, os seguintes requisitos:

a) apresentar cotação em separado para os ensaios de tipo;
b) apresentar o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas preenchido;
c) apresentar os relatórios dos ensaios constantes da Tabela 12;
d) apresentar os desenhos técnicos relacionados a seguir.

Notas:

1) No caso de licitações nas modalidades de pregão, os documentos técnicos relacionados neste item, são dispensados de apresentação juntamente com a proposta, mas, deverão ser entregues pelo primeiro colocado imediatamente após a licitação, para análise técnica por parte da CELG D. Caso haja desclassificação técnica deste, os demais participantes deverão apresentar a referida documentação de acordo com a solicitação da CELG D.

2) Os ensaios de tipo devem ter seus resultados devidamente comprovados através de cópias autenticadas dos certificados de ensaios emitidos por órgão oficial ou instituição internacionalmente reconhecida, reservando-se a CELG D, o direito de desconsiderar documentos que não cumprirem este requisito.

4.8.2 Desenho Dimensional, contendo:

a) tipo e código do fabricante;
b) arranjo geral em três vistas, mostrando a localização de todos os componentes,

com indicação das dimensões gerais;
c) detalhes dos terminais, buchas, conectores, terminais e conectores de aterramento;
d) legenda dos componentes;
e) desenhos de todos os dispositivos e componentes auxiliares, tais como: indicadores, anéis de equalização, etc. (estação);
f) massa do equipamento;
g) furação da base de fixação, (estação);
h) placa de identificação;
i) placa de identificação de cadastro, (estação);
j) desenho detalhado da embalagem indicando dimensões, massa, tipo de madeira e detalhes de fixação dos componentes dentro das mesmas.

4.8.3 Desenhos das Placas de Identificação

Desenhos das placas de identificação e de identificação de cadastro do equipamento (para-raios tipo estação).

4.8.4 Desenhos dos Conectores de Linha e Aterramento, contendo:

a) tipo e código do fabricante;
b) material utilizado;
c) torque de aperto dos parafusos.

4.8.5 Desenho dos Terminais de Linha, contendo:

a) tipo e código do fabricante;
b) material utilizado;
c) torque de aperto dos parafusos;
d) dimensões.

4.8.6 Documentos Complementares:

a) plano de inspeção e testes;
b) cronograma de fabricação;
c) lista de equipamentos que irão requerer armazenagem especial e área de estocagem;
d) certificados dos ensaios de tipo pertinentes ao equipamento e aos componentes;
e) Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas, Anexo C, preenchido;
f) Cotação dos Ensaios de Tipo, Anexo D;
g) Quadro de Desvios Técnicos e Exceções, Anexo E;
h) catálogos de todos os componentes.

4.8.7 Desenhos da Embalagem para Transporte, contendo:

a) dimensões;
b) massa;
c) detalhes para içamento*;
d) tipo de madeira e tratamento utilizado*;
e) localização do centro de gravidade*;
f) detalhes de fixação dos componentes dentro das embalagens*.

* Para-raios tipo estação.

4.9 Aprovação de Protótipos

Os fabricantes devem submeter à aprovação da CELG D, quando solicitado, protótipos de para-raios, nos seguintes casos:

a) fabricantes que estejam se cadastrando ou recadastrando na CELG D;
b) fabricantes que já tenham protótipo aprovado pela CELG D e cujo projeto tenha sido alterado.

Notas:

1) Todos os custos decorrentes da aprovação dos protótipos correrão por conta do fabricante.

2) Os custos de envio das amostras para os laboratórios serão de responsabilidade do fornecedor.

O prazo mínimo para apreciação dos protótipos será de trinta dias, a contar da data do recebimento pela CELG D de toda a documentação.

Para cada protótipo a ser encaminhado à CELG D o fabricante deve apresentar:

a) o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas, de forma clara e totalmente preenchido, acompanhado de seus documentos complementares;
b) todos os relatórios de ensaios previstos na Tabela 12.

Toda e qualquer divergência entre o equipamento aqui especificado e o protótipo, bem como os motivos dessas divergências, deve ser claramente explicitada no Quadro de Desvios Técnicos e Exceções.

4.10 Desenhos e Manuais a Serem Submetidos Após a Adjudicação do Contrato

O licitante deve enviar para aprovação, dentro de vinte dias após o contrato assinado, três cópias dos desenhos definitivos, atendendo aos requisitos especificados na ET-CG.CELG D, relativos a prazos e demais condições de apresentação de documentos.

Esses desenhos devem ser os mesmos do item 4.8, com as possíveis correções solicitadas, juntamente com três cópias dos manuais de instrução, plano de inspeção e testes e cronograma de fabricação.

4.11 Manual de Instruções de Montagem, Operação e Manutenção

O manual de instruções deve ser constituído dos seguintes capítulos:

I Dados e características do equipamento;
II Descrição funcional;
III Instruções para recebimento, manuseio e armazenagem;
IV Instruções para instalação;
V Instruções para operação e manutenção;
VI Lista completa de todos os componentes, ferramentas especiais e peças de reposição;
VII Catálogos de todos os componentes;
VIII Certificados dos ensaios de tipo e de rotina;
IX Desenhos e documentos de fabricação, certificados.

Notas:

1) *A relação de documentos técnicos para aprovação apresentada, deverá ser atendida para cada tipo de para-raios, de distribuição e de estação.*
2) *Os capítulos I e VII, devem ser enviados também juntamente com os documentos a serem analisados quando da apresentação da proposta, demais capítulos devem ser apresentados depois do contrato adjudicado e da realização dos ensaios de recebimento e tipo.*
3) *Após o atendimento de todos os comentários decorrentes da análise da documentação, o manual deve ser montado com capa dura plastificada e divisória com orelhas.*
4) *O manual completo, incluindo relatórios finais de recebimento em fábrica, aprovado, em três vias, incluindo os Capítulos I a IX, do item 4.11, deve ser entregue até trinta dias após a realização do último ensaio de recebimento. Além disso, o manual deve ser enviado em mídia de extensão "pdf" e todos os desenhos em formato "dwg" (CAD).*
5) *O manual completo e desenhos devem também ser enviados em uma via em CD-ROM.*

Uma cópia de cada desenho retornará ao fornecedor com a aprovação para fabricação ou com as indicações das modificações necessárias.

Caso sejam necessárias modificações, o fabricante deve providenciar as correções e novas cópias para aprovação.

A aprovação de qualquer desenho pela CELG D não desobrigará o fabricante de toda a responsabilidade pela realização do projeto, montagem e operação corretos, não isentando o mesmo de fornecer todos os materiais de acordo com o requerido nesta norma e no Contrato de Fornecimento de Material (CFM).

4.12 Classificação dos Para-Raios

Os para-raios são classificados pela sua corrente de descarga nominal, capacidade de descarga de linhas de transmissão e suportabilidade sob corrente de faltas devendo atender aos ensaios específicos.

Nota:

Usualmente classificam-se os para-raios como:
- *classe estação: para-raios de 10 e 20 kA;*
- *classe distribuição 10 kA, classe de descarga de linhas de transmissão 1.*

4.12.1 Para-raios Tipo Distribuição

4.12.1.1 Construção

Deverão ser para uso externo, montagem vertical em cruzeta ou diretamente sobre suportes metálicos instalados nos tanques dos transformadores.

O invólucro deve ser de material polimérico ou silicone, próprio para uso ao tempo, resistente às intempéries, raios ultravioleta e ao trilhamento elétrico.

A adequação do material isolante do invólucro e do suporte de fixação deve atender a todas as exigências de ensaio previstas no item 6.6.21.

4.12.1.2 Terminais e Conectores

Os conectores e terminais deverão ser confeccionados em aço inox e adequados para cabos de seção até 50 mm^2, alumínio ou cobre.

4.12.1.3 Suporte de Fixação

O suporte de fixação deve ser de material polimérico, isolante e construído de maneira tal que suporte as solicitações mecânicas decorrentes da utilização do mesmo em redes de distribuição, devendo para tanto suportar um esforço de, no mínimo, três vezes o peso do para-raios completo. O conjunto braço e parafuso de fixação deve ainda suportar um torque de 3 daN.m, sem deformação permanente.

4.12.1.4 Desligador Automático

O desligador automático pode ser parte integrante do para-raios ou ser a ele acoplado, neste último caso deve ser identificado com o nome ou a marca comercial do fabricante.

Caso o para-raios apresente defeito o desligador deve atuar desconectando o mesmo do sistema e permitindo a visualização do equipamento defeituoso.

Os desligadores devem coordenar com a curva tempo x corrente dos elos fusíveis 12K.

4.12.1.5 Cobertura Isolante

Os para-raios tipo distribuição devem ser fornecidos com uma cobertura isolante do terminal de linha, contra contatos acidentais, confeccionada em material polimérico, resistente às intempéries, conforme indicado no Desenho 1.

4.12.2 Para-raios Tipo Estação

4.12.2.1 Construção

Deverão ser auto-portantes, montagem vertical sobre estrutura metálica ou de concreto, uso externo, mesmo quando a superfície estiver contaminada conforme nível 11 de poluição da ABNT IEC/TR 60815.

4.12.2.2 Anéis de Equalização

Quando solicitado deverão ser providos de anéis de equalização, visando uma adequada distribuição de potencial.

4.12.2.3 Terminais de Aterramento

Deverão ser fornecidos com um terminal de aterramento de cobre, com conector adequado para cabo de cobre seção 70 até 120 mm^2.

4.12.2.4 Terminais de Alta Tensão

Deverão ser confeccionados em aço inox ou liga de cobre estanhado, com espessura

mínima da camada de estanho de 8 μm, próprios para instalação de condutores de cobre ou alumínio, conforme Desenho 3.

Para-raios com tensão nominal igual ou inferior a 60 kV devem ter terminais com dois furos padrão NEMA adequado para cabos de seções 2 AWG a 397,5 MCM.

Para-raios com tensão nominal igual ou superior a 120 kV devem ter terminais com quatro furos padrão NEMA.

4.13 Invólucro

O invólucro deve ser de material polimérico, adequado para instalação externa, devendo nesse caso atender os requisitos da ABNT NBR 15232.

A construção do para-raios deve prever uma interface entre os blocos e a parede interna do invólucro, e ser praticamente sem espaços internos de modo a prevenir a penetração de umidade.

Os valores de tensões suportáveis nos invólucros devem estar em conformidade com a Tabela 7.

Os para-raios tipo distribuição devem ser fornecidos com suporte de fixação isolante de material polimérico.

4.14 Componentes Construtivos

Quando for prevista uma mola de compressão para manter uma força de contato adequada entre os blocos e os elementos condutores, deve haver componentes intermediários entre eles de modo a prevenir danos ao bloco, provocado pela mola.

A constituição interna dos para-raios deve ser indicada em cortes adequados e as informações de natureza física dos componentes devem ser apresentadas no quadro de dados técnicos.

As partes metálicas externas e internas sujeitas a condução de corrente durante descargas atmosféricas ou sobretensões temporárias à frequência industrial, devem ser resistentes à corrosão, confeccionadas em liga de cobre, liga de alumínio ou aço inoxidável. As partes ferrosas externas aos para-raios exceto as em aço inoxidável, devem ser zincadas de acordo com a ABNT NBR 6323. Porcas e arruelas externas aos para-raios podem ser fornecidas em aço carbono zincadas por imersão a quente.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Tensões Nominais Normalizadas

As tensões nominais normalizadas dos para-raios, em kV eficaz, são as seguintes: 12; 30; 60; 120 e 198 kV.

5.2 Frequência Nominal

A frequência nominal normalizada é 60 Hz.

5.3 Correntes de Descarga Nominais

As correntes de descarga nominais normalizadas, com forma de onda 8/20 μs, são:

- para-raios de distribuição:10 kA;
- para-raios tipo estação: 10 kA e 20 kA.

5.4 Níveis de Proteção dos Para-Raios

As características de proteção devem estar abaixo dos valores normalizados constantes da Tabela 1.

5.5 Suportabilidade do Para-Raios Frente a Correntes de Impulso

Impulsos de Alta Corrente de Curta Duração, com forma de onda 4/10 μs.

Os para-raios devem suportar uma corrente de curta duração de 100 kA (valor de crista) com forma de onda 4/10 μs, conforme Tabela 3.

5.6 Capacidade de Descarga de Linhas de Transmissão

Os para-raios devem ser capazes de descarregar linhas de transmissão com características definidas na Tabela 4.

5.7 Suportabilidade a Correntes de Falta

Para-raios sem espaço interno de ar devem suportar correntes de falta sem a ocorrência de fragmentação violenta do invólucro e, sob condições especificadas, autoextinguir qualquer chama causada por arco elétrico. Esta condição deve ser comprovada por intermédio de ensaio específico.

Esses para-raios devem atender ainda ao disposto na Tabela 5.

5.8 Tensão de Radiointerferência e Tensão de Ionização Interna

As tensões limites de radiointerferência e de ionização interna, quando medidas a 1,05 vezes a tensão de operação contínua do para-raios, na faixa entre 500 e 2000 kHz, referida a 300 Ω, não devem exceder 2500 e 250 μV, respectivamente.

Este ensaio é aplicável a para-raios com tensões nominais 120 e 198 kV.

5.9 Descargas Parciais

O nível máximo de descargas parciais quando medido a 1,05 vezes a tensão de operação contínua do para-raios ou unidade, deve ser menor ou igual a 10 pC.

5.10 Zincagem e Estanhagem

As partes ferrosas, exceto as em aço inoxidável, devem ser zincadas por imersão a quente conforme ABNT NBR 6323.

Os terminais e conectores em liga de cobre devem ser estanhados de maneira a permitir tanto o uso de cabos de cobre quanto de alumínio.

A espessura mínima da camada de estanho deverá ser de 8 μm para qualquer unidade individual e de 12 μm para a média do lote.

5.11 Absorção de Energia

A capacidade de absorção de energia do para-raios deve ser fornecida em kJ/kV de Uc e atender as especificações mínimas apresentadas na Tabela 6. Os fabricantes devem informar ainda o valor normalizado de J/cm^3 da capacidade de absorção de energia do bloco resistor.

5.12 Momento Fletor

O para-raios deve suportar os valores de esforços de flexão declarados pelo fabricante.

Na determinação da carga dinâmica aplicada a um para-raios, recomenda-se que o usuário considere fatores externos como vento e as forças eletromecânicas prováveis de afetar a instalação.

Os para-raios acondicionados em suas respectivas embalagens devem suportar as cargas de transporte.

Os para-raios poliméricos podem apresentar deflexões mecânicas em serviço.

6. INSPEÇÃO E ENSAIOS

6.1 Generalidades

a) Os para-raios deverão ser submetidos a inspeção e ensaios na fábrica, de acordo com esta norma e com as normas da ABNT e IEC aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela CELG D.

b) A CELG D reserva-se o direito de inspecionar e testar os para-raios e o material utilizado durante o período de sua fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde o equipamento em questão estiver sendo fabricado, fornecendo-lhe as informações desejadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.

c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da CELG D, o seu Plano de Inspeções e Testes, onde devem ser indicados os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção do para-raios. O fabricante deve apresentar ainda o Cronograma de Previsão de Ensaios Dia a Dia.

d) Antes de serem fornecidos os para-raios, um protótipo deve ser aprovado, através da realização dos ensaios previstos na Tabela 10.

e) Os ensaios para aprovação do protótipo podem ser dispensados parcial ou totalmente, a critério da CELG D, se já existir um protótipo idêntico aprovado. Se os ensaios de tipo forem dispensados, o fabricante deve submeter um relatório completo dos ensaios indicados na Tabela 10, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas. A eventual dispensa destes ensaios somente terá validade por escrito. A decisão final, quanto a aceitação dos dados de ensaios de tipo existentes, será tomada posteriormente pela CELG D, em função da analise dos respectivos relatórios de ensaios. As copias dos ensaios de tipo devem ser autenticadas.

f) O fabricante deve dispor de pessoal e de aparelhagens próprias ou contratadas, necessários a execução dos ensaios (em caso de contratação de laboratório de terceiros, deverá haver a aprovação prévia da CELG D).

g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da CELG D o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e os equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.

h) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios, etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO, válidos por um período máximo de um ano. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.

i) A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:

- não exime o fabricante da responsabilidade de fornecer o equipamento de acordo com os requisitos desta norma;
- não invalida qualquer reclamação posterior da CELG D a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta norma, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fabricante.

j) Após a inspeção dos para-raios, o fabricante deverá encaminhar à CELG D, por lote ensaiado, um relatório completo dos testes efetuados, em uma via, devidamente assinada por ele e pelo inspetor credenciado pela CELG D.
O relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, tais como: métodos, instrumentos, constantes e valores utilizados nos testes e os resultados obtidos.

k) Todas as unidades de produto rejeitadas pertencentes a um lote aceito devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a CELG D.

l) Nenhuma modificação nos para-raios deve ser feita "a posteriori" pelo fabricante sem a aprovação da CELG D. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da CELG D, sem qualquer custo adicional.

m) A CELG D poderá, a seu critério, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os para-raios estão mantendo as características de projeto pré-estabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.

n) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.

o) A CELG D reserva-se ao direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso as despesas serão de responsabilidade da CELG D, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário, correrão por conta do fabricante.

p) Os custos da visita do inspetor da CELG D (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos) correrão por conta do fabricante, se:

- na data indicada na solicitação de inspeção o material não estiver pronto;
- o laboratório de ensaio não atender às exigências dos itens 6.1.f até 6.1.h;
- o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em sub-fornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
- o material necessitar de reinspeção por motivo de recusa;
- os ensaios de recebimento forem efetuados fora do território brasileiro.

6.2 Condições Gerais de Ensaios

As condições de ensaio e os equipamentos utilizados devem atender ao disposto nesta norma e nas normas ABNT: NBR IEC 60060-1 e NBR 16050.

Nos ensaios à frequência industrial, esta deve estar entre 58 e 62 Hz, com forma de onda senoidal.

Exceto quando mencionado de outra forma, todos os ensaios devem ser realizados nos mesmos para-raios, seções ou unidades de para-raios novos, devendo estes estarem limpos e montados da maneira mais próxima possível da utilização em serviço.

Quando o ensaio é efetuado em seções, é necessário que as mesmas representem o comportamento de todos os possíveis para-raios de mesmo projeto, dentro das tolerâncias do fabricante relativas ao ensaio específico.

Com respeito aos ensaios de descarga de linhas de transmissão e de ciclo de operação, deve ser considerado o para-raios de menor tensão de referência dentro da faixa de variação declarada pelo fabricante. Deste modo, para a execução dos ensaios de tipo e recebimento devem ser fornecidas pelos fabricantes as faixas de variação da tensão de referência.

Além disso, no caso dos para-raios multicoluna, deve ser considerado o maior valor de corrente resultante da distribuição nas diversas colunas desiguais.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados nas instalações do fabricante ou em laboratório definido mediante acordo entre as partes e às expensas do fabricante.

6.3 Ensaios de Recebimento

Ensaios realizados na presença do inspetor da CELG D, na sequência indicada, para comprovar os valores garantidos pelo fabricante:

a) verificação visual e dimensional;
b) medição da tensão de referência;
c) tensão residual a impulso atmosférico;
d) medição de descargas parciais em para-raios classe estação;
e) medição de corrente de fuga total na tensão de operação contínua, em para-raios classe estação;
f) medição da componente resistiva da corrente de fuga na tensão de operação contínua, em para-raios classe estação;
g) distribuição de corrente em para-raios de colunas múltiplas;
h) ciclo de operação;
i) corrente suportável de impulso de longa duração;
j) estanqueidade;
k) verificação do torque de instalação nos terminais dos para-raios;
l) verificação da espessura da camada de zinco;
m) verificação da espessura da camada de estanho.

6.4 Ensaios de Rotina

Os ensaios de rotina são aqueles executados em fábrica durante o processo produtivo, destinados a verificar a conformidade dos resultados obtidos com os dados técnicos e características garantidas fornecidas pelo fabricante, cabendo à CELG D o direito de designar um inspetor para acompanhá-los.

Devem obrigatoriamente ser realizados em para-raios completos e são os ensaios listados nas alíneas b até g, e j, relacionados em 6.3.

6.5 Ensaios de Tipo

Ensaios realizados após o desenvolvimento de um novo projeto e destinam-se a comprovar seu desempenho e conformidade técnica. São os discriminados abaixo:

a) medição da tensão de referência;
b) tensão suportável no invólucro:
   - de impulso atmosférico;
   - de impulso de manobra;
   - à frequência industrial;
c) tensão residual:
   - a impulso de corrente íngreme;
   - a impulso atmosférico;
   - a impulso de corrente de manobra;
d) ensaios de corrente suportável de impulso de longa duração simulando descarga de linhas de transmissão, em para-raios de 10 e 20 kA;
e) ciclo de operação:
   - para impulso de corrente elevada;
   - com descarga de linhas de transmissão;
f) característica da tensão suportável de frequência industrial x tempo;
g) ensaio do desligador automático;
h) curto-circuito;
i) estanqueidade;
j) envelhecimento sob tensão de operação simulando condições ambientais;
k) descargas parciais;
l) tensão de radiointerferência;
m) momento fletor.

6.6 Descrição dos Ensaios

6.6.1 Verificação Visual e Dimensional

O inspetor deve verificar o seguinte:

- existência de todos os acessórios previstos;
- características de acabamento dos componentes;
- identificação e acondicionamento;
- existência e ajuste da cobertura isolante do terminal de linha, bem como a facilidade e adequação de sua montagem no invólucro do para-raios, cobrindo todas as partes metálicas do referido terminal, inclusive o comprimento do conector cabo-barra a ser aplicado.

Devem ser verificadas todas as dimensões constantes dos desenhos aprovados.

6.6.2 Medição da Tensão de Referência

O ensaio deve ser realizado no para-raios completo ou unidade de para-raios com a corrente medida no terminal de terra do para-raios, não podendo ocorrer tensão inferior à faixa especificada pelo fabricante.

A tensão de referência, quando necessária, deve ser medida de modo a permitir a correta seleção dos corpos de prova a serem ensaiados em ensaios específicos, além de parâmetro comparativo para fins de avaliação de alguns ensaios.

A medição deve ser efetuada, sob tensão em frequência industrial, na temperatura ambiente de 5 a 40°C, que deve ser registrada. O valor da corrente de referência utilizada deve ser declarado pelo fabricante e o valor desta tensão de referência medido deve estar dentro da faixa garantida pelo fabricante em sua proposta, e se refere ao maior valor da crista, independentemente da polaridade.

Nota:

Como uma aproximação aceitável, o valor de crista da componente resistiva da corrente pode ser obtido diretamente do valor instantâneo do oscilograma da corrente, no instante da crista de tensão.

6.6.3 Medição de Descargas Parciais

O corpo de prova pode ser blindado contra descargas parciais externas, desde que esta não interfira na distribuição de tensão no corpo de prova.

A tensão de frequência industrial deve ser elevada até a tensão nominal do corpo de prova e mantida por um período compreendido entre 2 a 10 segundos e após isso, reduzida a 1,05 vezes a sua tensão de operação contínua. Nessa tensão, o nível de descargas parciais deve ser medido de acordo com a ABNT NBR 6940. Os valores medidos para descargas parciais internas não devem exceder 10 pC.

Antes da realização deste ensaio em para-raios com desligadores automáticos, os corpos de prova devem ser submetidos a uma aplicação de tensão residual a impulso atmosférico com corrente nominal de descarga.

6.6.4 Medição da Corrente de Fuga Total na Tensão de Operação Contínua em Para-Raios Tipo Estação

O ensaio deve ser realizado em cada unidade de para-raios completo, equipado com o anel de equalização, caso exista, ou em seus módulos individuais, neste caso sem a necessidade do anel de equalização.

A tensão à frequência industrial correspondente à máxima tensão de operação contínua do para-raios ou de seus módulos individuais deve ser aplicada e mantida sobre o corpo de prova por um período mínimo de 10 segundos. Neste valor de tensão, o valor de crista da corrente de fuga total deve ser medido e registrado. A temperatura ambiente deve estar entre 5 e 40°C, e ser registrada. O valor de crista da corrente de fuga total se refere ao maior valor da crista, independentemente da polaridade.

Se a medição não puder ser realizada no para-raios completo, o fabricante deverá fornecer previamente à CELG D informações sobre a distribuição de tensão ao longo do para-raios completo, que devem ser utilizadas para a correção dos valores de tensão de ensaio nos módulos individuais.

6.6.5 Medição da Componente Resistiva da Corrente de Fuga na Tensão de Operação Contínua, em Para-Raios Tipo Estação

O ensaio deve ser realizado em cada unidade de para-raios completo, equipado com o anel de equalização, caso exista, ou em seus módulos individuais, neste caso sem a necessidade do anel de equalização.

A tensão à frequência industrial correspondente à máxima tensão de operação contínua do para-raios ou de seus módulos individuais deve ser aplicada e mantida sobre o corpo de prova por um período mínimo de 10 segundos. Neste valor de tensão, o valor de crista da componente resistiva da corrente de fuga deve ser medido e registrado, utilizando qualquer método que permita identificar de forma clara a parcela resistiva da corrente de fuga que flui pelo para-raios completo ou pelos seus módulos individuais. A temperatura ambiente deve estar entre 5 e 40°C, e ser registrada. O valor de crista da componente resistiva da corrente de fuga se refere ao maior valor da crista, independentemente da polaridade.

Se a medição não puder ser realizada no para-raios completo, o fabricante deverá fornecer previamente à CELG D informações sobre a distribuição de tensão ao longo do para-raios completo, que devem ser utilizadas para a correção dos valores de tensão de ensaio nos módulos individuais.

6.6.6 Verificação do Torque nos Terminais do Para-Raios e no Desligador

Esse ensaio deve ser realizado somente em para-raios 10 kA, classe 1 de descarga de linha de transmissão, aplicáveis a rede de distribuição.

Os terminais, com os condutores de maior seção para os quais foram projetados neles instalados, devem suportar um torque mínimo de ensaio de 2,5 daN x m, aplicado simultaneamente a ambos e mantido por pelo menos 1 minuto. Após a retirada do mesmo não pode haver ruptura ou deformação permanente tanto nos conectores quanto no desligador automático, perda de vedação ou qualquer tipo de dano aos condutores.

6.6.7 Verificação da Espessura da Camada de Zinco

Todas as peças ferrosas, exceto as em aço inox, devem ser zincadas por imersão a quente conforme ABNT NBR 6323. A massa, aderência, espessura e a uniformidade do revestimento devem ser verificadas conforme as normas ABNT: NBR 7397, NBR 7398, NBR 7399 e NBR 7400, respectivamente.

O para-raios será considerado aprovado se os resultados obtidos nos ensaios estiverem de acordo com as normas ABNT: NBR 6323 e NBR 8158.

6.6.8 Verificação da Espessura da Camada de Estanho

A espessura da camada deve estar em conformidade com o prescrito no item 5.10, e o ensaio deve ser efetuado de acordo com a ASTM B545.

6.6.9 Distribuição de Corrente em Para-raios de Colunas Múltiplas

Este ensaio deverá ser realizado em todos os grupos de resistores paralelos. Grupo de resistores paralelos significa uma parte da montagem onde nenhuma conexão intermediária entre as colunas é feita. O fabricante deverá especificar uma corrente de impulso apropriada, na faixa de 0,01 a 1 vez a corrente de descarga nominal, na qual a corrente através de cada coluna deverá ser medida.

O maior valor de corrente não deverá exceder um limite superior especificado pelo fabricante. O impulso de corrente deverá ter um tempo de frente virtual entre 7 e 9 μs e qualquer valor para o tempo de cauda.

6.6.10 Dielétricos no Invólucro

Devem ser realizados conforme as normas ABNT: NBR IEC 60060-1 e NBR 16050.

Estes ensaios demonstram a capacidade dos invólucros de suportarem as solicitações dielétricas em ar.

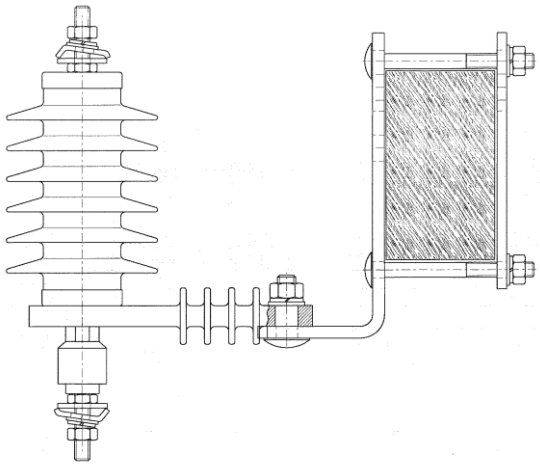
Os para-raios para uso externo devem ser ensaiados sob chuva, e para uso interno a seco. Alternativamente, em comum acordo entre fabricante e CELG D, podem ser aceitos valores superiores aos preferenciais, respeitando-se, no entanto, os limites constantes da ABNT NBR 6939.

Os valores das tensões de ensaio estão estabelecidos na Tabela 7, as condições de ensaio e a precipitação devem obedecer ao disposto na ABNT NBR 6936.

Os ensaios devem ser realizados em um corpo de prova constituído pelo para-raios completo, sem a parte interna ativa e equipados com anéis de equalização, se existentes. As superfícies externas das partes isolantes devem ser cuidadosamente limpas e as partes internas, quando necessário, substituídas por um arranjo dielétrico equivalente.

No caso de para-raios poliméricos, se o projeto construtivo for tal que o isolante externo seja moldado diretamente sobre os resistores ou sobre alguma interface de material isolante, o ensaio pode ser realizado substituindo-se os elementos resistores por um material isolante adequado.

O corpo de prova deve ser montado de modo a melhor reproduzir as condições de instalação em campo. No caso de para-raios para distribuição deve ser observada a montagem mostrada na figura abaixo.



Modelo típico de montagem de para-raios de distribuição para os ensaios dielétricos

6.6.10.1 Tensão Suportável de Impulso Atmosférico

O corpo de prova sob ensaio deve ser submetido a tensões de impulso atmosférico normalizado a seco. O ensaio deve ser realizado com a aplicação de 15 impulsos consecutivos de cada polaridade (positiva e negativa) com forma normalizada 1,2/50 μs, de acordo com a ABNT NBR IEC 60060-1. O invólucro é considerado aprovado se não ocorrer descarga disruptiva interna e, se o número de descargas disruptivas externas não exceder dois para cada série de 15 impulsos.

A tensão de ensaio deve ser igual ao nível de proteção do para-raios para impulso atmosférico multiplicado pelo fator 1,30.

Se a distância de arco a seco, ou a soma das distâncias de arcos parciais, for maior do que a tensão de ensaio dividida por 500 kV/m, não é necessária a execução deste ensaio.

6.6.10.2 Tensão Suportável de Impulso de Manobra

Este ensaio somente deve ser aplicado a para-raios para sistemas com tensões máximas iguais a 242 kV.

Devem ser aplicados 15 impulsos consecutivos no valor da tensão de ensaio para cada polaridade. O invólucro é considerado aprovado se não ocorrer descarga disruptiva interna e se o número de descargas disruptivas externas não exceder a dois para cada série de 15 impulsos.

A tensão de ensaio deve ser igual ao nível de proteção do para-raios para impulso de manobra multiplicado pelo fator 1,25.

6.6.10.3 Tensão Suportável à Frequência Industrial

Para-raios para uso externo devem ser ensaiados sob chuva e os para uso interno, somente a seco.

Nos para-raios de corrente de descarga nominal de 10 e 20 kA aplicados a sistemas com tensões máximas inferiores a 242 kV, o valor de crista da tensão à frequência

industrial, dividido por 1,414, aplicado durante 60 segundos, deve ser igual ao nível de proteção do para-raios a impulso de manobra multiplicado por 0,75.

6.6.11 Tensão Residual

O objetivo dos ensaios de tensão residual é obter os máximos valores de tensão residual, para um dado projeto, e para todas as correntes e formas de onda especificadas, determinando-se desta forma os níveis de proteção dos para-raios do projeto ensaiado.

Em para-raios com corrente de descarga nominal 10 e 20 kA, o ensaio de tensão residual deve ser efetuado no para-raios completo, em unidades ou seções do para-raios. Devido a limitações laboratoriais, e mediante acordo prévio entre fabricante e CELG D, a corrente utilizada para execução do ensaio deve estar compreendida entre 0,01 e 2 vezes a corrente de descarga nominal, na qual a tensão residual deve ser medida. Neste caso, o fabricante deverá informar previamente o valor da máxima tensão residual do para-raios completo ou de sua unidade para a corrente ensaiada.

Em para-raios de distribuição com tensão nominal 12 kV o ensaio deve ser realizado no para-raios completo, acima disso este ensaio pode ser efetuado em seções representativas com tensão nominal mínima de 12 kV, incorporando o desligador automático.

Se não for medida diretamente, a tensão residual do para-raios completo será tomada como a soma das tensões residuais das unidades individuais do para-raios. A tensão residual do para-raios completo não deverá ser maior que o valor especificado pelo fabricante nos dados para o ensaio de tipo.

Os impulsos de corrente devem ter a forma 8/20, sendo que o tempo virtual de frente deve estar entre 7 e 9 μs. O tempo de cauda, por não ser crítico para este ensaio, pode assumir qualquer valor, porém, para evitar a aplicação excessiva de energia ao para-raios, é aconselhável que o tempo de cauda não seja superior a 25 μs.

Os tempos entre aplicações de impulso devem ser tais que permitam que os corpos de prova sob ensaio retornem à temperatura ambiente.

6.6.11.1 a Impulso Atmosférico

O ensaio deve ser executado conforme ABNT NBR 16050, aplicando-se a corrente nominal de descarga padronizada, com forma de onda 8/20 μs. O valor medido deve ser inferior ao especificado na Tabela 1.

6.6.11.2 a Impulso de Corrente Íngreme

O ensaio deve ser executado conforme ABNT NBR 16050, com impulso de corrente de frente íngreme, com forma de onda 1/20 μs e valor de pico igual ao da corrente de descarga nominal, o maior valor encontrado será a tensão residual para impulso de corrente íngreme e deve estar em conformidade com a Tabela 1.

6.6.11.3 a Impulso de Corrente de Manobra

Aplicar impulsos de corrente de manobra com cada um dos valores especificados na ABNT NBR 16050 e na Tabela 2, com tolerância de 5%.
A maior tensão obtida nas correntes especificadas na ABNT NBR 16050 é o nível de proteção a impulso de manobra e os valores medidos devem estar de acordo com a Tabela 1.

6.6.12 Corrente Suportável de Impulso de Longa Duração Simulando Descarga de Linhas de Transmissão em Para-raios de 10 e 20 kA

Este ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 16050 e consiste na aplicação, sobre o corpo de prova, de impulsos de corrente simulando descargas de linhas de transmissão, sendo os parâmetros do circuito de ensaio definidos na Tabela 4.

O ensaio tem a finalidade de verificar a capacidade dos para-raios de escoar correntes de longa duração, e deve ser efetuado em três corpos de prova de para-raios completos, e que não tenham ainda sido submetidos a outros ensaios.

Se o projeto contemplar o desligador automático, este deve acompanhar os para-raios no ensaio.

Cada ensaio de corrente de longa duração consiste de dezoito aplicações, divididas em seis grupos de três. Os intervalos entre aplicações devem ser de 50 a 60 s, e entre grupos devem ser tais que permitam o resfriamento do corpo de prova até próximo da temperatura ambiente.

Deverão ser efetuados em cada corpo de prova registros oscilográficos da tensão e corrente em pelo menos uma aplicação do primeiro e do último grupo, dando-se preferência à primeira e à décima oitava aplicação.

Os corpos de prova são considerados aprovados se:

a) a variação dos valores da tensão residual, medidos antes e após o ensaio, não for superior a ± 5%;
b) os componentes dos corpos de prova, em uma inspeção visual, não apresentarem indícios de:
   - descarga disruptiva externa, trincas ou perfuração nos resistores;
   - quebra de qualquer componente;
c) no caso de para-raios com invólucro em material polimérico, no qual o processo de desmontagem para inspeção visual possa danificar os resistores não-lineares, deve ser aplicado, para fins de avaliação, um impulso adicional após cada corpo de prova atingir a temperatura ambiente para garantir que não houve danos aparentes aos corpos de prova durante o ensaio, o que deve ser verificado através do exame dos oscilogramas e das partes externas;
d) caso o corpo de prova suporte esse impulso adicional de longa duração sem danos, verificados por meio dos oscilogramas, será considerado aprovado;
e) neste caso, a inspeção visual aplica-se apenas às partes externas.

Nota:

A tensão nominal deve ser aplicada durante 10 s para comprovar a estabilidade térmica após impulsos de corrente elevada de longa duração, não

constituindo porém, o valor da tensão que pode ser aplicada continuamente ao para-raios.

6.6.13 Ciclo de Operação

O ensaio de ciclo de operação para impulso de corrente elevada é aplicável a para-raios com corrente de descarga nominal 10 kA, classe 1 de descarga de linha de transmissão..

Este ensaio tem por finalidade simular as condições de serviço do para-raios, pela aplicação de um número específico de impulsos em combinação com a energização através de uma fonte com tensão e frequência especificadas.

Deve ser realizado conforme ABNT NBR 16050 em corpos de prova constituídos de para-raios completos ou em seções termicamente equivalentes de, no mínimo, 3 kV não necessitando ultrapassar 12 kV. Se o ensaio for realizado em seções, a equivalência térmica deve ser comprovada.

Em para-raios classe distribuição com tensão nominal 12 kV, o ensaio deve ser realizado no para-raios completo.

Os corpos de prova serão considerados aprovados se: durante o ensaio não ocorrer atuação do desligador automático; a estabilidade térmica for comprovada conforme ABNT NBR 16050; não ocorrer descarga de contorno, perfuração ou qualquer tipo de dano aos resistores não lineares; quebra de qualquer componente e a tensão residual sob corrente de descarga nominal não poderá sofrer variação superior a 5% em relação ao valor determinado antes do ensaio.

No caso de para-raios com invólucro em material polimérico, no qual o processo de desmontagem para inspeção visual possa danificar os resistores não-lineares, deve ser aplicado, para fins de avaliação, um ensaio adicional para garantir que não houve danos aparentes ao corpo de prova. Aplicar dois impulsos com valor nominal de corrente (In) em cada amostra. O primeiro impulso deve depois de um intervalo de tempo suficiente para que as amostras resfriem após o ensaio de ciclo de operação e o segundo impulso entre 50 e 60 da aplicação do primeiro.
Durante os dois impulsos os oscilogramas de tensão e corrente não podem evidenciar nenhum dano aos resistores não lineares e a tensão residual sob corrente de descarga nominal não poderá sofrer variação superior a 5% em relação ao valor inicialmente medido e o último impulso.

6.6.14 Ciclo de Operação com Descarga de Linha de Transmissão

Para-raios com corrente de descarga nominal 10 kA, classes 2 e 3 de descarga de linha de transmissão e de 20 kA, classes 4 e 5, devem ser submetidos ao ensaio de ciclo de operação com descarga de linha de transmissão.

Este ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 16050 e consiste na aplicação, sobre o corpo de prova, de impulsos de corrente simulando descargas de linhas de transmissão, sendo os parâmetros do circuito de ensaio definidos na Tabela 4.

Os corpos de prova serão considerados aprovados se: durante o ensaio não ocorrer atuação do desligador automático; a estabilidade térmica for comprovada conforme

ABNT NBR 16050; não ocorrer descarga de contorno, perfuração ou qualquer tipo de dano aos resistores não lineares; quebra de qualquer componente e a tensão residual sob corrente de descarga nominal não poderá sofrer variação superior a 5% em relação ao valor determinado antes do ensaio.

No caso de para-raios com invólucro em material polimérico, no qual o processo de desmontagem para inspeção visual possa danificar os resistores não-lineares, deve ser aplicado, para fins de avaliação, um ensaio adicional para garantir que não houve danos aparentes ao corpo de prova. Aplicar um impulso adicional de longa duração em cada amostra após estas resfriarem até a temperatura ambiente.
O corpo de prova será considerado aprovado caso suporte este impulso sem danos.
Neste caso a verificação visual aplica-se somente às partes externas.

6.6.15 Característica da Tensão Suportável à Frequência Industrial x Tempo

Em complemento ao ensaio de ciclo de operação, o fabricante deve fornecer dados do tempo de aplicação e do valor correspondente da tensão à frequência industrial a que o para-raios pode ser submetido nas situações com e sem a aplicação de uma energia prévia, devido a solicitações de correntes de impulso correspondentes a sua classe, sem a ocorrência de danos ou perda de estabilidade térmica.

As curvas de sobretensão temporária devem cobrir pelo menos a faixa de tempo entre 0,1 e 12000 s.

Para as demais considerações e procedimentos a serem seguidos no levantamento dessas características devem ser observadas as prescrições da ABNT NBR 16050.

6.6.16 Ensaio no Desligador Automático

Este ensaio tem por objetivo verificar se o desligador automático provoca a separação do condutor de terra do para-raios quando este não consegue executar o seu ciclo de operação.

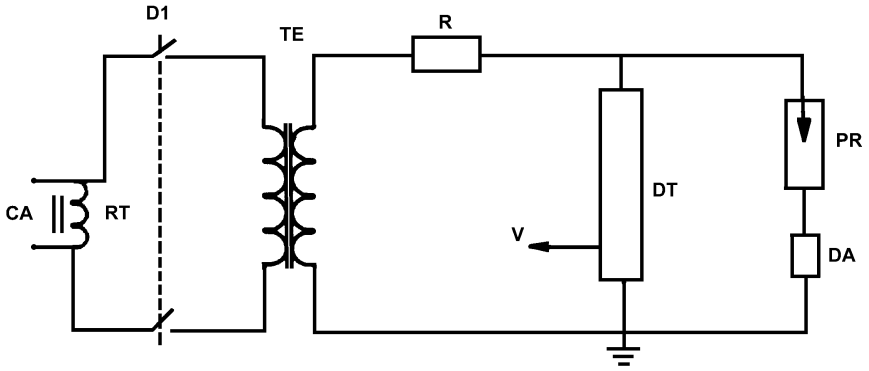
Devem ser ensaiados no mínimo cinco corpos de prova novos, constituídos por para-raios completos ou somente pelos desligadores, para cada um dos valores de correntes definidos para o ensaio de característica de tempo x corrente.

O ensaio deve ser efetuado conforme ABNT NBR 16050, em para-raios de 12 e 30 kV. A característica tempo x corrente deve ser obtida considerando-se, no mínimo, os níveis de corrente, em regime simétrico, correspondentes aos valores eficazes 20, 80, 200 e 800 A, com tolerância de 10%, que percorrem o desligador automático.

A tensão de ensaio não deve exceder 6 kV e os oscilogramas devem incluir as formas de onda da tensão e corrente aplicadas.

A coordenação entre elo e desligador deve ser verificada através da atuação do desligador ou pela atuação do desligador e elo fusível. Em ambas as situações, a separação entre o cabo de aterramento e o corpo de prova deve ser efetiva e permanente.

Para a realização deste ensaio é indicado o circuito da figura abaixo.



Circuito típico para o ensaio do desligador automático

Onde:
CA - Fonte de tensão de frequência industrial e forma senoidal
RT - Regulador de tensão
D1 - Disjuntor de abertura
TE - Transformador elevador
DT - Divisor de tensão
PR - Para-raios, quando previsto
DA - Desligador automático sob ensaio
R - Resistor limitador de corrente, se necessário
V - Osciloscópio

6.6.17 Curto-Circuito

Os critérios de execução e avaliação dos resultados do ensaio devem estar em conformidade com o prescrito na ABNT NBR 16050. Acorrente de curto-circuito deve ser informada pelo fabricante.

Caso ocorra falha do para-raios, não pode haver fragmentação violenta do invólucro e deve ocorrer a auto-extinção das chamas dentro de um tempo definido.

Cada projeto de para-raios deve ser ensaiado com quatro valores de correntes de curto-circuito.

6.6.18 Estanqueidade

Antes da realização do ensaio os para-raios devem ser submetidos aos ensaios de medição de descargas parciais e resistência dos terminais ao torque.

Os para-raios devem ser submetidos ao ensaio de choque térmico como segue:

- aquecer os para-raios em uma estufa durante 1 hora à temperatura T1; os para-raios devem ser retirados da estufa e, dentro de 20 segundos, mergulhados em água à temperatura ambiente T2, durante 1 hora; a combinação do aquecimento e da imersão em água constitui um ciclo, com duração total de 2 horas; a diferença entre T2 e T1 deve estar compreendida entre 55°C e 65°C;

  - os ciclos devem ser repetidos continuamente até quatro ciclos serem completados; ao final do quarto ciclo, os corpos de prova devem ser mantidos imersos em água por um período mínimo de 12 horas, após o qual outros 4 ciclos completos devem ser executados;

- após serem completados os oito ciclos, os para-raios devem ser aquecidos durante 1 hora à temperatura T1, e energizados à temperatura ambiente através de uma fonte de tensão alternada à tensão Uc durante 2 horas.

Os corpos de prova são considerados aprovados no ensaio se: os valores de descargas parciais medidos antes e depois do ensaio não variarem mais que 5 pC, e o valor final não exceder 10 pC; não for verificada umidade interna nos desligadores automáticos, após esses serem desmontados e examinados minuciosamente.

6.6.19 Envelhecimento sob Tensão de Operação Simulando Condições Ambientais

Este ensaio tem por objetivo verificar a capacidade dos para-raios poliméricos em suportar condições ambientais simuladas.

O ensaio deve ser realizado sob névoa salina com duração de 1000 h, de acordo com a ABNT NBR 16050.
No caso de condições ambientais severas (radiação solar intensa, inversões frequentes de temperatura com condensação de umidade, poluição pesada ou muito pesada, como definido pela ABNT IEC/TR 60815), bem como, quando se considera necessário verificar o desempenho do para-raios na condição de esforços conjugados, incluindo radiação solar, e após acordo entre fabricante e CELG D, pode ser realizado um ensaio substituto de 5000 h.

O corpo de prova deve ser constituído de uma seção de para-raios, unidade, ou para-raios completo, inclusive com desligador automático, suporte de fixação isolante e cobertura isolante para o terminal de linha, se aplicáveis.

Os para-raios são considerados aprovados no ensaio quando os corpos de prova ensaiados atenderem às seguintes condições:

- não ocorrer trilhamento elétrico (ver ABNT NBR 15122);
- a erosão sobre o invólucro não deve expor as partes internas dos corpos de prova, tais como blocos, fibras ou outras interfaces;
- não ocorrer perfurações no corpo do invólucro e nas saias;
- a tensão de referência medida antes e após o ensaio não deve reduzir mais que 5%;
- os níveis de descargas parciais medidos antes e após o ensaio não devem exceder a 10 pC.

6.6.20 Tensão de Radiointerferência

Este ensaio se aplica a para-raios com tensão nominal maior ou igual a 120 kV.

Os para-raios sob ensaio devem estar completamente montados e deverão incluir os acessórios (terminais de linha e terra, anéis de equalização, etc.) que o fabricante oferece como equipamento padrão.

A tensão de ensaio deve ser aplicada entre os terminais e a base aterrada. Partes aterráveis do para-raios devem ser conectadas à terra. Devem ser tomados cuidados para evitar a influência nas medições, de objetos aterrados ou não aterrados próximos ao para-raios e aos circuitos de ensaio e medição.

O circuito de medição deve atender a IEC CISPR 16-2-1 e o ensaio ser conduzido conforme as determinações da ABNT NBR 16050.

O seguinte procedimento de ensaio deve ser seguido:

- limpar a superfície do invólucro;
- registrar as condições atmosféricas;
- elevar a tensão até 1,15 Uc;
- reduzir a tensão até 1,05 Uc e manter nesse nível por 5 min;
- reduzir a tensão em degraus até 0,5 Uc;
- elevar a tensão em degraus até 1,05 Uc e manter nesse nível por 5 min;
- reduzir a tensão em degraus até 0,5 Uc.

O para-raios é considerado aprovado se o nível de radiointerferência medido a 1,05 Uc e em todos os degraus não exceder 2500 μV.

6.6.21 Ensaio de Momento Fletor

Ensaio destinado a demonstrar a habilidade do para-raios de suportar cargas de flexão declaradas pelo fabricante.

O ensaio aplica-se aos para-raios tipo pedestal e projetados para classe de descarga de linha de transmissão.

Os corpos de prova devem ser montados na posição vertical, sem pressão interna, e fixados a superfície de montagem do dispositivo de ensaio e a carga deve ser aplicada ao extremo livres do para-raios na direção longitudinal e na direção de menor resistência mecânica informada pelo fabricante. A carga de ensaio deve ser a máxima carga de serviço permissível (MCSP).

6.6.21.1 Ensaio de Momento Fletor em para-raios com volume de gás encapsulado com um sistema de vedação independente e para-raios sem volume de gás encapsulado.

Os corpos de prova devem incluir as partes internas e antes de serem ensaiados devem ser submetidos aos ensaios mecânicos de medição de perdas, descargas parciais, tensão residual sob corrente de descarga nominal ou inferior e ensaio de estanqueidade, conforme ensaios de recebimento.

O esforço de flexão deve ser aumentado suavemente até a carga de ensaio dentro de 30 a 90 segundos e quando a carga for atingida, deve ser mantida por 60 a 90 segundos. Durante este tempo deve ser medida a deflexão. A Carga deve então ser retirada e medida a deflexão residual.

O para-raios é considerado aprovado se não apresentar dano mecânico visível, a curva de força versos deflexão não apresentar descontinuidades e a deformação do invólucro após a retirada da carga estiver dentro de ± 5% em relação a condição inicial e passar no ensaio de estanqueidade realizado na sequência se aplicável.

6.7 Planos de Amostragem

6.7.1 Amostragem para os Ensaios de Tipo

O número de corpos de prova e os critérios de aceitação e rejeição são os estabelecidos na Tabela 11. As amostras deverão ser retiradas aleatoriamente do lote sob ensaio ou da linha normal de produção.

6.7.2 Amostragem para os Ensaios de Recebimento

Estes ensaios devem ser realizados em unidades de para-raios ou para-raios completos, em amostras definidas conforme descrito a seguir:

a) para-raios classe distribuição: conforme Tabelas 10 e 11;
b) a comutação do regime de inspeção deve ser feita de acordo com a norma ABNT NBR 5426.

6.8 Relatórios de Ensaios

Os relatórios de ensaios, a serem fornecidos pelo fabricante, devem conter no mínimo, as seguintes informações:

a) identificação completa do para-raios;
b) desenhos em corte com dimensões dos componentes necessários à perfeita identificação do para-raios completo e/ou da sua seção;
c) quantidade de para-raios do lote;
d) dimensões físicas e suas tolerâncias, quantidade e massa dos resistores não lineares;
e) número de unidades ensaiadas;
f) relação de ensaios efetuados;
g) memória dos cálculos efetuados;
h) todos os resultados obtidos;
i) identificação do laboratório de ensaio;
j) data do início e de término de cada ensaio;
k) nome legível e assinatura do responsável pelo ensaio;
l) nome legível e assinatura do inspetor da CELG D;
m) número do Contrato de Fornecimento de Material (CFM);
n) data de emissão do relatório.

6.9 Aceitação e Rejeição

O lote inspecionado será aceito se:

a) nos para-raios com corrente de descarga 10 kA, classe de descarga de linha 1, os resultados dos ensaios estiverem de acordo com os critérios estabelecidos nas Tabelas 10 e 11;
b) nos para-raios com corrente de descarga nominal 10 kA, classes 2 e 3 e de 20 kA classes 4 e 5, toda a amostragem for aprovada nos ensaios;
c) os resultados dos ensaios de recebimento estiverem compatíveis com os correspondentes dos demais ensaios de tipo e com os valores garantidos pelo fabricante no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas.

Em um lote rejeitado no recebimento, assiste ao fabricante o direito de ensaiar por si próprio e individualmente todos os para-raios, eliminando os defeituosos e apresentar os demais para novos ensaios de recebimento na presença do inspetor da concessionária, neste caso, a nova amostragem fica a critério da CELG D, para confirmar os resultados dos relatórios dos ensaios feitos pelo próprio fabricante.

ANEXO A - TABELAS

TABELA 1

TENSÕES RESIDUAIS MÁXIMAS

Tensão nominal Un (kV eficaz)	10 kA (kVcrista/Un)			20 kA (kVcrista/Un)		
	Impulso de corrente íngreme	Impulso de corrente atmosférico	Impulso de corrente de manobra	Impulso de corrente íngreme	Impulso de corrente atmosférico	Impulso de corrente de manobra
12	4,0	3,6	2,9	-	-	-
30						
60	3,7	3,3	2,6	3,1	2,8	2,3
120						
198						

TABELA 2

CORRENTES DE CRISTA PARA O ENSAIO DE TENSÃO RESIDUAL A IMPULSO DE CORRENTE DE MANOBRA

Classificação do para-raios	Corrente de crista (A)
10 kA classe de descarga de linha 1 e 2	125 e 500
10 kA classe de descarga de linha 3	250 e 1000
20 kA classe de descarga de linha 4 e 5	500 e 2000

TABELA 3

CORRENTE DE CRISTA PARA IMPULSOS DE ALTA CORRENTE E CURTA DURAÇÃO COM FORMA DE ONDA 4/10 μs

Classificação do para-raios	Corrente de crista com forma de onda 4/10 μs (kA)
10 kA	100
20 kA	

TABELA 4

CLASSES DE DESCARGA DE LINHAS DE TRANSMISSÃO PARA PARA-RAIOS DE 10 E 20 kA

Classe do para-raios (kA)	Classe de descarga de linha de transmissão	Impedância de surto do gerador (Ω)	Duração virtual de crista T (μs)	Tensão de carga U_L (kV cc)
10	1	4,9 Un	2000	3,2 Un
	2	2,4 Un		
	3	1,3 Un	2400	2,8 Un
20	4	0,8 Un	2800	2,6 Un
	5	0,5 Un	3200	2,4 Un

TABELA 5

CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO REQUERIDAS PARA O ENSAIO DE SUPORTABILIDADE A CORRENTES DE FALTA

Corrente de descarga nominal (kA)	Altas correntes			Baixa corrente
	Corrente nominal de curto-circuito com duração de 0,2 s (kA)	Correntes de curto-circuito reduzidas com duração de 0,2 s (± 10% kA)		Corrente de curto-circuito com duração de 1 s (A)
10 ou 20	40	25	12	600 ± 200
	31,5	12	6	
	20			
10	16	6	3	
	10			
	5	3	1,5	

Notas:

1) *Para-raios já aprovados em uma das correntes nominais desta tabela, para serem qualificados em uma corrente nominal superior, devem ser ensaiados somente para o novo valor nominal. este procedimento somente pode ser estendido até dois níveis acima da corrente para a qual o para-raios foi aprovado.*
2) *Se um para-raios estiver aprovado para uma das correntes nominais desta tabela, ele é considerado aprovado no ensaio para qualquer valor de corrente nominal inferior.*

TABELA 6

CAPACIDADE MÍNIMA DE ABSORÇÃO DE ENERGIA

Tipo	Tensão nominal Un (kVeficaz)	Tensão de operação contínua Uc (kVeficaz)	Classe de descarga de linha	Capacidade mínima de absorção de energia (kJ/kV de Uc)
Dist.	12	10,2	1	2,8
	30	24,4		
Estação	12	10,2	2	4,5
	30	24,4		
	60	48		
	120	98		
	198	158	3	6,5

Notas:

1) Os para-raios tipo distribuição a serem instalados em subestações deverão ser classe 2.

2) Onde houver geração os para-raios deverão ser classe 5.

TABELA 7

TENSÕES SUPORTÁVEIS NO INVÓLUCRO E SUPORTE DE FIXAÇÃO

Tensão Nominal Un (kV)	Invólucro			Suporte isolante	
	à frequência industrial (kVef)	Impulso de manobra (kV)	Impulso atmosférico (kV)	à frequência industrial (kVef)	Impulso atmosférico (kV)
12	34	-	56	18	31,5
30	80	-	140	44	76
60	140	-	280	-	-
120	230	-	560	-	-
198	360	643	926	-	-

TABELA 8

TORQUE EM CONECTORES

Material	Bitola do terminal	Torque de instalação (daN.m)
Liga de Alumínio	M12 x 1,5	2,5
Liga de Cobre ou aço	M10 x 1,5	3,0

Notas:

1) A aplicação do torque especificado aos terminais do para-raios não pode causar deformação permanente em qualquer parte do mesmo, nem ao desligador automático.

2) A aplicação do torque de instalação aos terminais não deve causar a rejeição do para-raios no ensaio de estanqueidade.

TABELA 9

AMOSTRAGEM PARA OS ENSAIOS DE CICLO DE OPERAÇÃO E CORRENTE SUPORTÁVEL DE LONGA DURAÇÃO

Tamanho do Lote	Ensaio	Amostra		Ac	Re
		Sequência	Tamanho		
Qualquer	Ciclo de Operação	1ª	3	0	2
		2ª	3	1	2
	Corrente Suportável de Impulso de Longa Duração	1ª	3	0	2
		2ª	3	1	2

TABELA 10

PLANOS DE AMOSTRAGEM PARA OS ENSAIOS DE RECEBIMENTO

Tamanho do Lote	- Verificação visual e dimensional - Verificação do torque de instalação nos terminais				- Tensão residual - Medição da tensão de referência - Medição da corrente de fuga total `Uc - Medição das descargas parciais - Medição da componente resistiva da corrente de fuga à Uc				- Espessura da camada de zinco - Espessura da camada de estanho - Estanqueidade		
	Amostragem dupla Nível II NQA 4%				Amostragem dupla Nível S4 NQA 2,5%				Amostragem simples Nível S3 NQA 4%		
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re
	Seq.	Tamanho			Seq.	Tamanho					
Até 90	-	3	0	1	-	5	0	1	3	0	1
91 a 150	1ª	8	0	2	-						
	2ª	8	1	2							
151 a 280	1ª	8	0	2	1ª	13	0	2	13	1	2
	2ª	8	1	2	2ª	13	1	2			
281 a 500	1ª	13	0	3	1ª	13	0	2			
	2ª	13	3	4	2ª	13	1	2			
501 a 1200	1ª	20	1	4	1ª	13	0	2			
	2ª	20	4	5	2ª	13	1	2			
1201 a 3200	1ª	32	2	5	1ª	20	0	3			
	2ª	32	6	7	2ª	20	3	4			
3201 a 10000	1ª	50	3	7	1ª	20	0	3	20	2	3
	2ª	50	8	9	2ª	20	3	4			
10001 a 35000	1ª	80	5	9	1ª	32	1	4			
	2ª	80	12	13	2ª	32	4	5			

Notas:

1) *Regime normal.*
2) *Ac - Número de para-raios defeituosos que ainda permite aceitar o lote.*
3) *Re - Número de para-raios defeituosos que implica na rejeição do lote.*
4) *Se a amostra requerida for igual ou maior que o número de unidades de produto constituintes do lote, efetuar inspeção cem por cento.*
5) *Para amostragem dupla o procedimento é o seguinte: ensaiar um número inicial de unidades igual ao da primeira amostra da tabela; se o número de unidades defeituosas encontradas estiver compreendido entre Ac e Re (excluindo esses valores) deve ser ensaiada a segunda amostra.*
   O total de unidades defeituosas após ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado.

TABELA 11

AMOSTRAGEM PARA OS ENSAIOS DE TIPO

Ensaio	Sequência	Tamanho	Ac	Re
Tensão suportável no invólucro a impulso atmosférico	-	3	0	1
Tensão suportável no invólucro a impulso de manobra	-	3	0	1
Tensão suportável no invólucro à frequência industrial sob chuva	-	3	0	1
Tensão residual a impulso de corrente íngreme	-	3	0	1
Tensão residual a impulso atmosférico	-	3	0	1
Tensão residual a impulso de corrente de manobra	-	3	0	1
Corrente suportável de impulso de longa duração simulando descarga de linha de transmissão em para-raios classes de descarga 2 a 5	-	3	0	1
Ciclo de operação com descarga de linha de transmissão	-	3	0	1
Característica da tensão suportável de frequência industrial x tempo	1ª	3	0	2
	2ª	3	1	2
Ensaio do desligador automático	1ª	5	0	2
	2ª	5	1	2
Curto-circuito	1ª	7	0	2
	2ª	7	1	2
Envelhecimento do invólucro polimérico sob tensão de operação simulando condições ambientais	1ª	3	0	2
	2ª	3	1	2
Tensão de radiointerferência	-	3	0	1
Momento fletor	-	3	0	1

TABELA 12

RELAÇÃO DOS ENSAIOS DE TIPO, ROTINA E RECEBIMENTO

Ensaios	Corrente de descarga nominal (kA)	
	20	10
Ensaios de tipo		
1) Tensão suportável no invólucro - a impulso atmosférico - a impulso de manobra - à frequência industrial	 A A(a) A(b)	 A A(a) A(b)
2) Tensão residual - a impulso de corrente íngreme - a impulso atmosférico - a impulso de corrente de manobra	 A A A	 A A A
3) Corrente suportável de impulso de longa duração simulando descarga de linhas de transmissão	A	A
4) Ciclo de operação - para impulso de corrente elevada - com descarga de linhas de transmissão	 NA A	 A(c) A(d)
5) Característica de tensão suportável de frequência industrial x tempo	A	A
6) Curto-circuito	A	A
7) Ensaios do desligador automático	NA	A
8) Descargas parciais	A	A
9) Estanqueidade	A	A
10) Tensão de radiointerferência	A(e)	A(e)
11) Envelhecimento sob tensão de operação simulando condições ambientais	A	A
12) Ensaio do momento fletor	A(d)	NA
Ensaios de Rotina		
1) Medição da tensão de referência	A	A
2) Tensão residual a impulso atmosférico	A	A
3) Descargas parciais	A	A(d)
4) Medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua	A	A(d)
5) Medição da componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua	A	A(d)
6) Estanqueidade	A	A
7) Distribuição de corrente para para-raios de colunas múltiplas	A	A
Ensaios de Recebimento		
1) Verificação visual e dimensional	A	A
2) Medição da tensão de referência	A	A
3) Tensão residual a impulso atmosférico	A	A
4) Descargas parciais	A	A

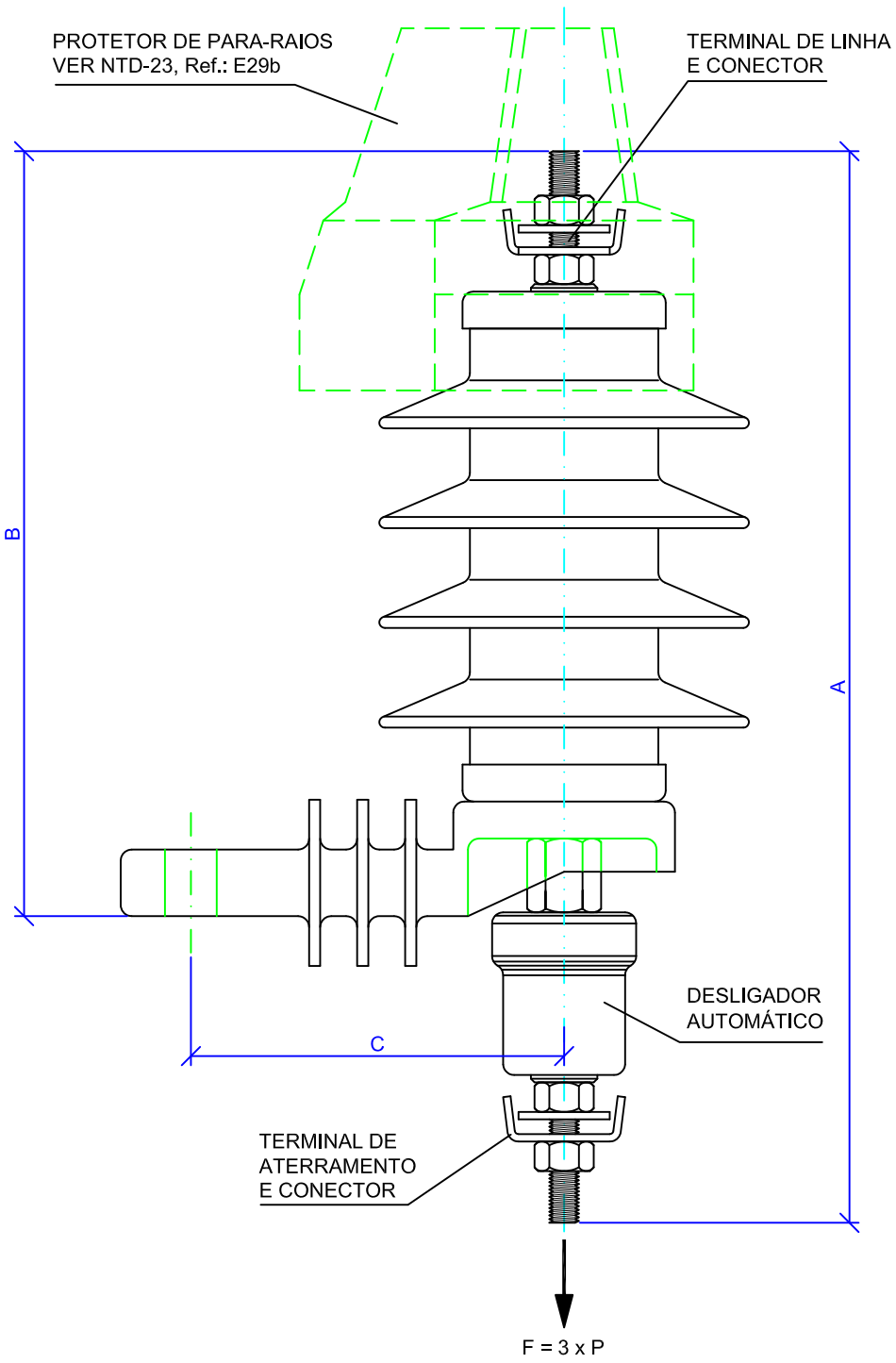
5) Medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua	A	A(d)
6) Medição da componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua	A	A(d)
7) Estanqueidade	A	A
8) Verificação do torque de instalação nos terminais dos para-raios e no desligador	NA	A(c)
9) Verificação da espessura da camada de zinco	A	A
10) Verificação da espessura da camada de estanho	A	A
11) Ciclo de operação	NA	A(c)
12) Corrente suportável de impulso de longa duração	NA	A(c)

Nomenclatura:

(a) – Para-raios para sistemas com tensão máxima igual ou superior a 242 kV;
(b) – Para-raios para sistemas com tensão máxima inferior a 242 kV;
(c) – Para-raios classe de descarga de linhas de transmissão 1;
(d) – Para-raios classes de descargas de linhas de transmissão 2 e 3;
(e) – Para-raios com tensão nominal igual ou superior a 120 kV;

A – Aplicável.
NA – Não aplicável.

ANEXO B
DESENHO 1



TENSÃO NOMINAL (kV)	DIMENSÕES		
	A	B	C
12	290	203	101
30	436,5	351,5	

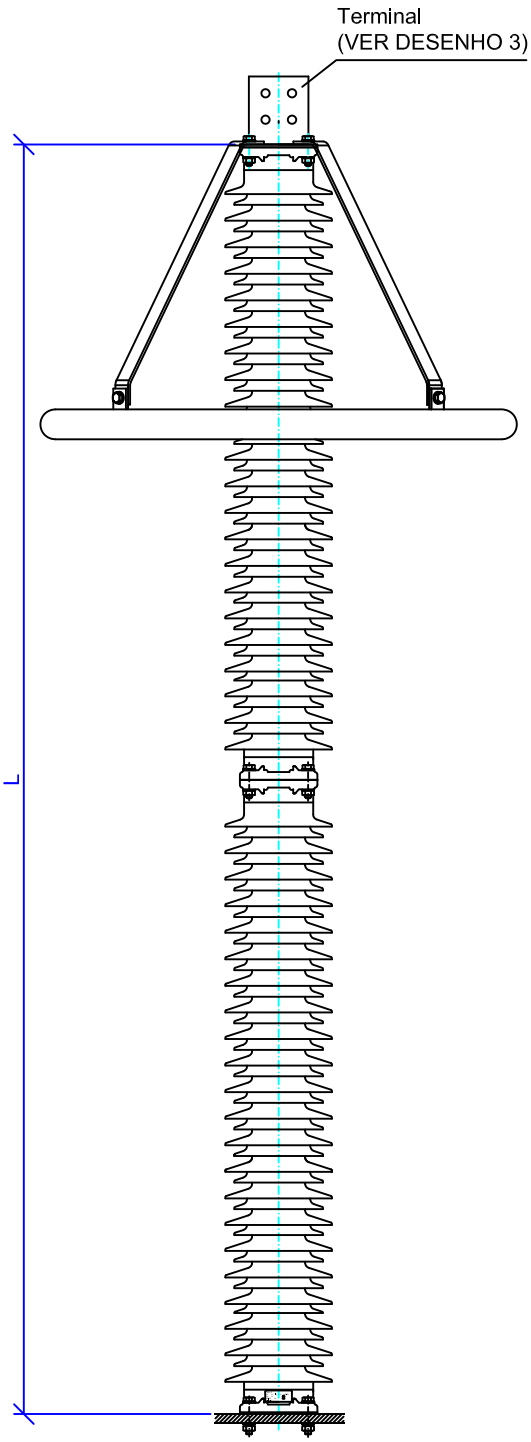
NOTAS:

1) P = peso do para-raios, em daN.

2) As partes não cotadas, assim como as dimensões apresentadas na tabela acima, são em caráter unicamente orientativo.

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			PARA-RAIOS DE DISTRIBUIÇÃO		
DIM.: mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/ Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-13	REF.:	48

DESENHO 2



TENSÃO NOMINAL (kV)	COMP. "L" (Orientativo)
12	280
30	374
60	715
120	1397
198	2114

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			PARA-RAIOS TIPO ESTAÇÃO
DIM.: mm	DES.: DT-SNT	APROV.:	
ESC.: S/ Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14	
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:	NORMA: NTC-13	REF.: 49

DESENHO 3

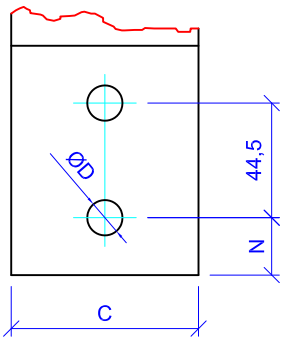


Figura 1

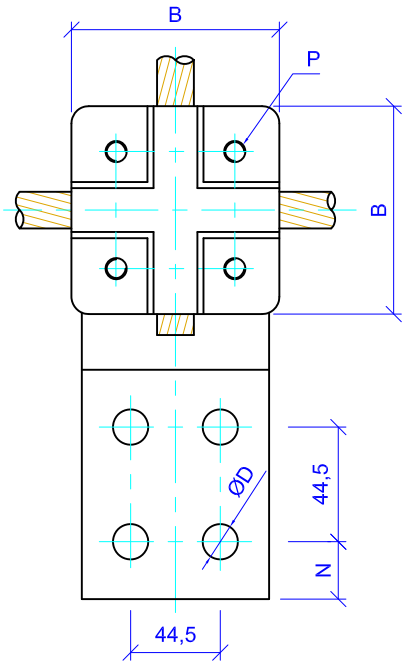
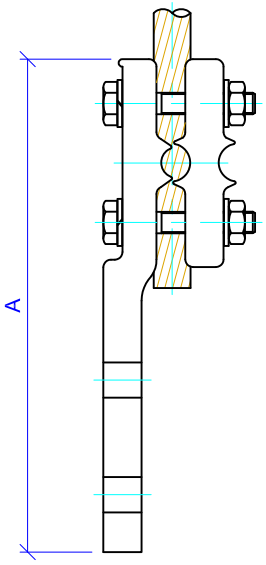


Figura 2



Item	Faixas para os condutores aplicáveis		Dimensões (mm)					Figura	Quantidade de parafusos (P)
	CA/CU (AWG/MCM)	Cabo CAA (AWG/MCM)	A ± 10	B ± 3	C ± 3	N ± 2	Ø D		
1	4 - 500,0	6 - 397,5	147	60	42	16	14,2	1	4 x M12
2	2 - 1.000,0	4 - 954,0	160	73	76			2	

Notas:

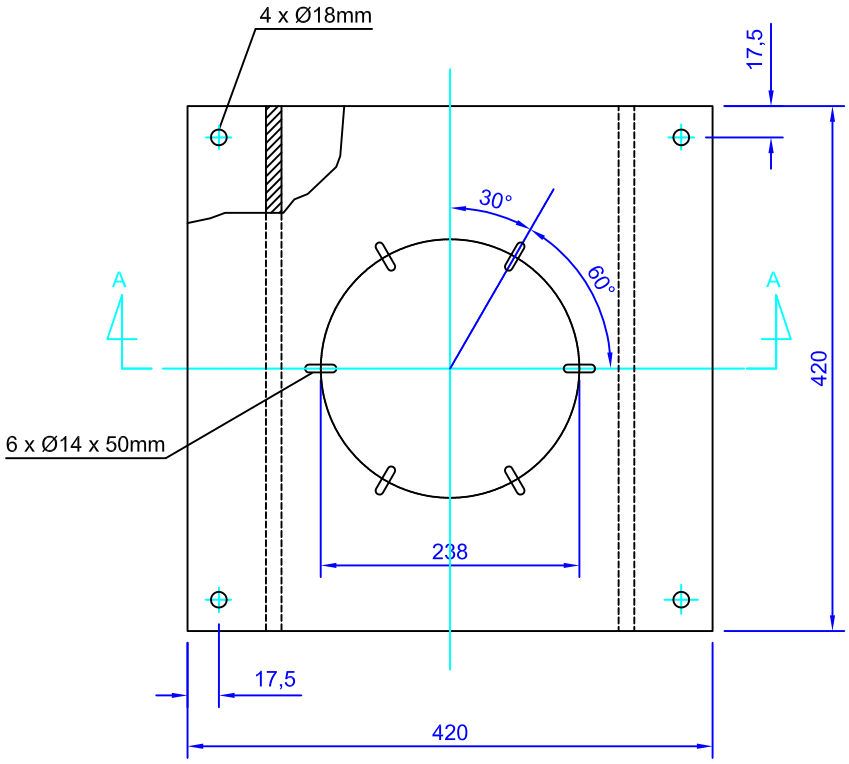
1) Material
Corpo: liga de cobre.
Parafusos, porcas, arruelas lisa e de pressão: aço zincado a quente.

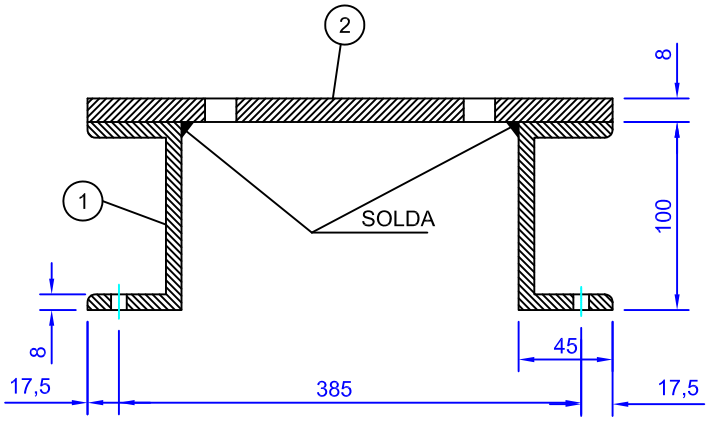
2) Acabamento
A superfície externa do corpo do conector deve ser protegida conforme descrito no item 5.10.

3) Identificação
O corpo do conector deve ser marcado, legível e indelevelmente, com a faixa de seção nominal do condutor aplicável.

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			CONECTOR MÚLTIPLO TERMINAL RETO E 90° CABO - CHAPA 2 OU 4 FUROS		
DIM.: mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-13	REF.: NTC-61	50

DESENHO 4



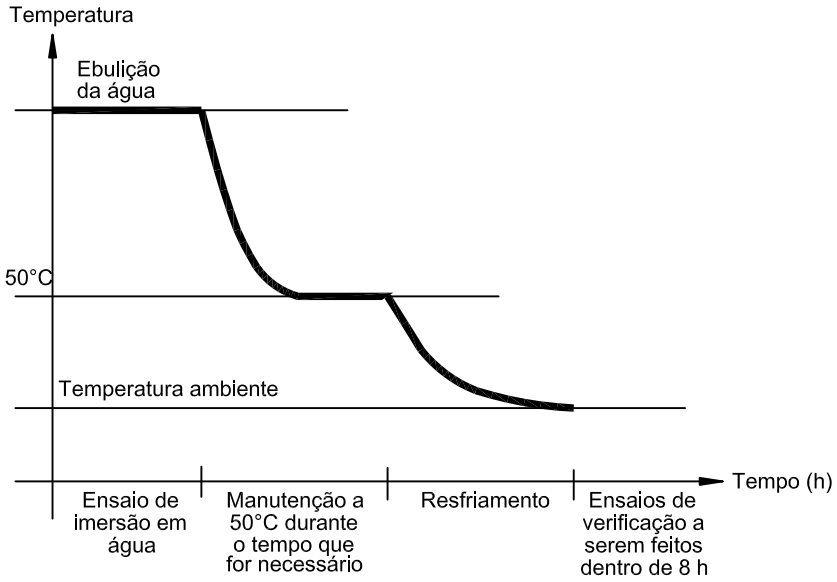


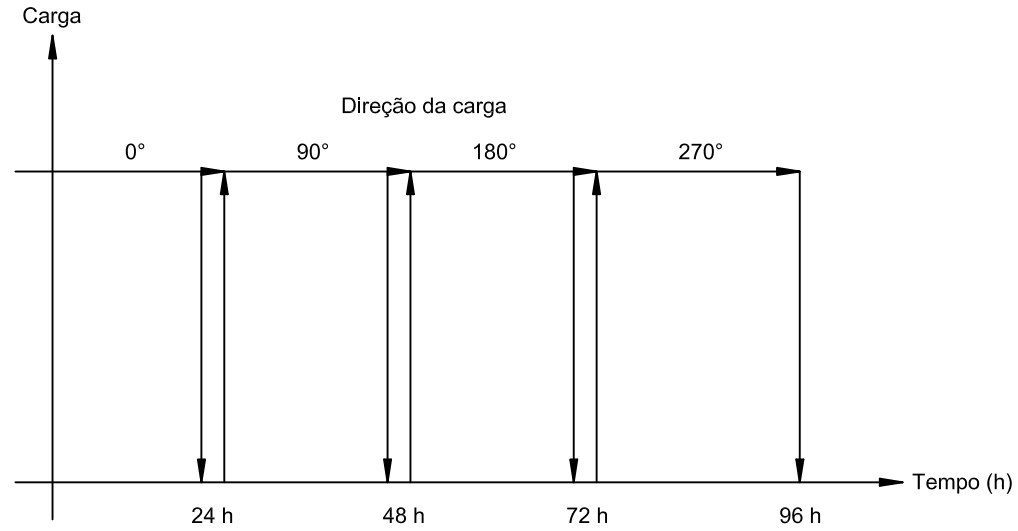
CORTE A-A

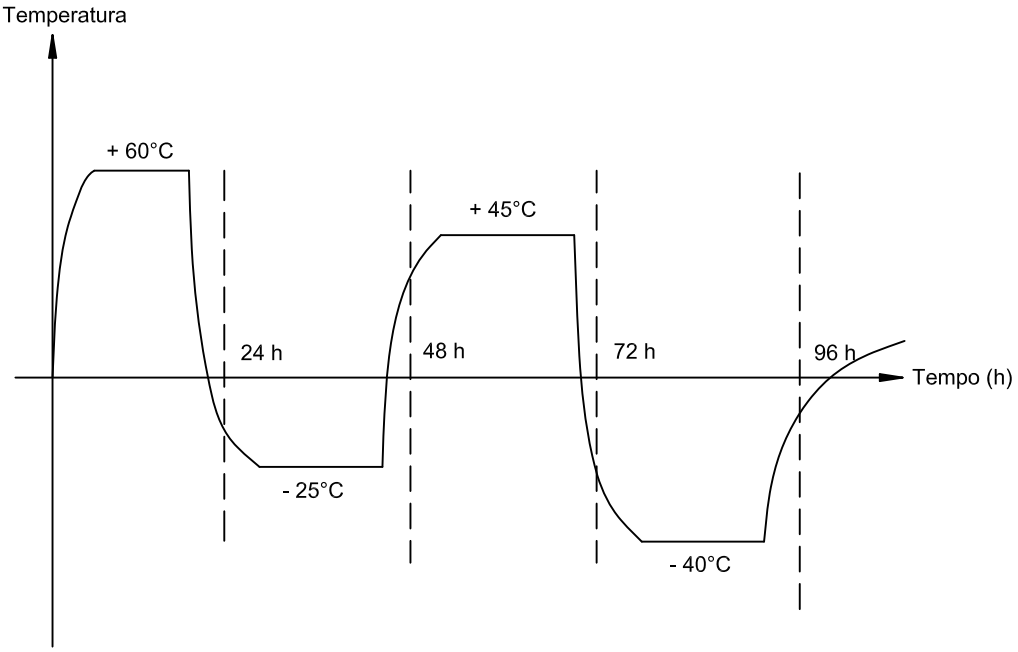
LISTA DE MATERIAIS			
PEÇA	QUANT.	UNID.	DESCRIÇÃO
1	2	UN	PERFIL EM AÇO GALVANIZADO "U" (45x100x8x420)
2	1	UN	CHAPA EM AÇO GALVANIZADO (420x420x8)

	CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			
DIM.: mm	DES.: DT-SNT	APROV.:	SUB-BASE PARA PARA-RAIOS	
ESC.: S/ Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14		
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-13	REF.: 51

DESENHO 5

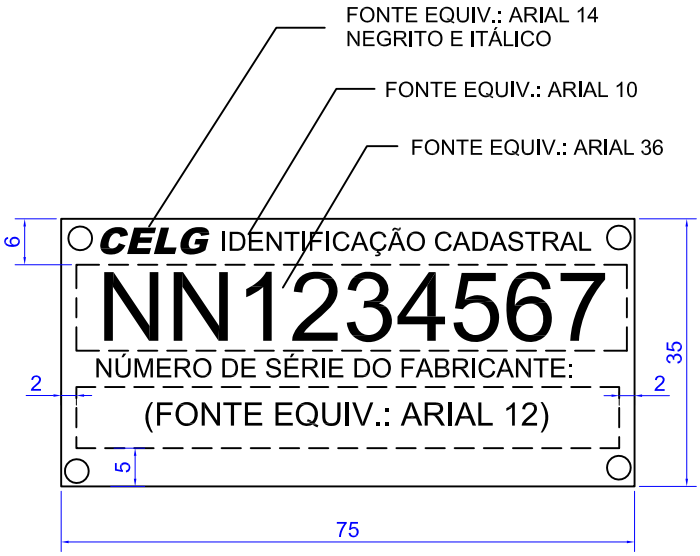






	CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			CICLO ELETROMECÂNICO PARA ENSAIO DE ESTANQUEIDADE
	DIM.: mm	DES.: DT-SNT	APROV.:	
	ESC.: S/ Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14	
	ELAB.: DT-SNT	SUBST.:	NORMA: NTC-13	REF.: 52

DESENHO 6



NOTA:

Material: aço inox AISI 304, espessura 0,5 mm.

	CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DE CADASTRO DE EQUIPAMENTOS
	DIM.: mm	DES.: DT-SNT	APROV.:	
	ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14	
	ELAB.: DT-SNT	SUBST.:	NORMA: NTC-13	REF.: 53

ANEXO C

QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

PARA-RAIOS

Nome do fabricante: _____
Número da Licitação: _____
Número da Proposta: _____

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICAS UNIDADES
1	Tipo de para-raios	
2	Modelo ou código do fabricante	
3	Tensão nominal (Un)	kV
4	Tipo de resistor não linear	
5	Tensão de operação contínua (Uc)	kV
6	Classe de descarga de linha de transmissão	
7	Frequência nominal	Hz
8	Corrente nominal de descarga com onda 8/20 μs	kA
9	Tensão residual máxima (valor de pico) para: - impulso atmosférico - impulso de corrente íngreme - impulso de corrente de manobra	 kV kV kV
10	Corrente suportável de impulso de longa duração simulando descarga de linhas de transmissão em para-raios de 10 e 20 kA	kA
11	Corrente de fuga total na tensão de operação contínua em para-raios tipo estação	mA
12	Máxima tensão de radiointerferência referida à frequência de 1000 kHz e impedância de 300 Ω	μV
13	Máxima tensão de ionização interna referida à frequência de 1000 kHz e impedância de 300 Ω	μV
14	Faixa de tensão de referência/corrente de referência	a kV/ mA
15	Nível máximo de descargas parciais	pC
16	Característica tempo x sobretensão de 60 Hz	
17	Capacidade de absorção de energia - onda 1000 μs - onda 2000 μs	 kJ/kV de Uc kJ/kV de Uc
18	Corrente suportável de descarga: - alta intensidade e curta duração - baixa intensidade e longa duração	 kAcrista A crista
19	Corrente suportável máxima de curto-circuito (estação)	kA

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICAS UNIDADES
20	Terminais: a)Terminais de linha: - tipo de terminal, acabamento e material utilizado - seção dos condutores aplicáveis - torque máximo aplicável b) Terminais de aterramento: - tipo de terminal, acabamento e material utilizado - faixa de seção dos condutores aplicáveis - torque máximo aplicável	 mm^2 daN.m mm^2 daN.m
21	Desligador automático: - descrever aspectos construtivos - característica tempo x corrente de defeito	
22	Características do invólucro - tipo de material utilizado - distância de escoamento - tensão suportável à frequência industrial a seco e sob chuva - tensão suportável de impulso atmosférico - tensão suportável à frequência industrial a seco e sob chuva no suporte de fixação - tensão suportável de impulso atmosférico no suporte de fixação - altura - diâmetro	 mm kV kV kV kV mm mm
23	Massa do para-raios completo	kg
24	Dimensões: - altura - diâmetro - detalhe da base	 mm mm
25	Momento fletor máximo de engastamento	N.m
26	Descrição do processo de selagem utilizado	
27	Relatórios de ensaios de tipo: anexar à proposta, sob pena de desclassificação, relatórios de todos os ensaios de tipo e rotina listados na Tabela 12.	

Notas:

1) *O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas.*
2) *Erro no preenchimento do quadro poderá ser motivo para desclassificação.*
3) *Todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas devem ser compatíveis com as informações descritas em outras partes da proposta de fornecimento. Em caso de dúvidas as informações prestadas no referido quadro prevalecerão sobre as descritas em outras partes da proposta.*
4) *O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.*

ANEXO D

COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO

Nome do fabricante: _____
Número da Licitação: _____
Número da Proposta: _____

ITEM	ENSAIO	PREÇO
1	Tensão suportável no invólucro: - a impulso atmosférico - de impulso de manobra - à frequência industrial	
2	Tensão residual: - a impulso íngreme - a impulso atmosférico - a impulso de manobra	
3	Corrente suportável de impulso de longa duração simulando descarga de linhas de transmissão em para-raios de 10 e 20 kA	
4	Ciclo de operação: - para impulso de corrente elevada - com descarga de linhas de transmissão	
5	Característica da tensão suportável de frequência industrial em função do tempo	
6	Desligador automático	
7	Curto-circuito	
8	Estanqueidade	
9	Envelhecimento sob tensão de operação simulando condições ambientais	
10	Descargas parciais	
11	Tensão de radiointerferência	
12	Momento fletor	

ANEXO E

QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES

Nome do fabricante: _____
Número da Licitação: _____
Número da Proposta: _____

A documentação técnica de licitação será integralmente aceita a exceção dos seguintes itens.

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO SUCINTA DOS DESVIOS E EXCEÇÕES

ALTERAÇÕES NA NTC-13

Item	Data	Item da norma	Revisão	Alteração
1	Setembro/12	1	4	Objetivo
2		2		Normas e Documentos Complementares
3		3		Terminologia e Definições
4		4.2		Estanqueidade
5		4.3		Garantia
6		4.4		Embalagem
7		4.5		Extensão do Fornecimento
8		4.6.2		Para-raios estação – placa de identificação.
9		4.7		Linguagens e unidades de medida
10		4.8		Documentos técnicos a serem apresentados juntamente com a proposta
11		4.10		Desenhos e manuais a serem submetidos após a adjudicação do contrato
12		4.11		Inclusão de notas no tópico Manual de Instrução
13		4.12		Classificação dos para-raios
14		4.12.1		Para-raios distribuição -Terminais e conectores - Coordenação do desligador automático
15		4.12.2		Para-raios estação – Terminais de aterramento – terminais de AT
16		4.13		Invólucro polimérico
17		4.14		Componentes construtivos
18		5.3		Corrente de descarga nominal
19		5.6		Capacidade de descarga de linhas de transmissão
20		6.1.c		Apresentação de plano de inspeção e testes
21		6.2		Condições gerais de ensaios
22		6.3, 6.4 e 6.5		Revisão geral dos conceitos de ensaios de recebimento, rotina e tipo
23		6.6		Redefinição de ensaios
24		Tabelas		Revisão geral das tabelas
25		Anexo C		Reformulação do Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas

ALTERAÇÕES NA NTC-13 Rev. 5

Item	Data	Item da norma	Revisão	Alteração
1	Julho/14	2	5	Normas e Documentos Complementares
2		4.8		Documentos Técnicos a Serem Apresentados Juntamente com a Proposta
3		4.9		Aprovação de Protótipos
4		Anexo C		Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas